

Hurto por intimidación: Una simulación del comportamiento delictivo desde una perspectiva económica para la reflexión sobre políticas públicas¹

Juan David Perdomo Quiroz

Economista y aspirante a Psicólogo
Universidad Pontificia Bolivariana
Seccional Medellín

Correo electrónico: juandavid.perdomo@upb.edu.co

Juan Erasmo Moreno Valencia

Economista
Universidad Pontificia Bolivariana
Seccional Medellín

Correo electrónico: juanermoreno@gmail.com

Darío Alfonso Perdomo Fontalvo

Doctor en Gestión Eficiente de la Energía Eléctrica
Universidad Pontificia Bolivariana
Seccional Medellín

Correo electrónico: dario.perdomo@epm.com.co

Recibido: 16/02/2015
Evaluado: 04/05/2015
Aceptado: 22/09/2015

Resumen

Objetivo: el objetivo de este artículo es presentar una simulación del hurto por intimidación para un período de un año que permita realizar un análisis comparativo y una reflexión sobre las políticas públicas. **Método:** se empleó la simulación computacional basada en agentes (ABM) con el fin de recrear la interacción entre los diferentes actores sociales y registrar los niveles de hurto a medida que varía la eficiencia de las políticas públicas. **Resultados:** Los resultados sugieren que las políticas de prevención poseen mayor impacto para reducir la cantidad de hurtos respecto a las medidas coercitivas, así como la existencia de una tasa natural de hurtos cuando las políticas aumentan su capacidad de impacto. **Conclusiones:** Las políticas coercitivas sólo cumplen un rol de contención y no ayudan para la reducción de los niveles de hurto; a nivel espacial, se configuran nichos de robos en el “territorio” virtual donde los agentes interactúan, y se observa rendimientos marginales decrecientes para la capacidad de impacto de las políticas simuladas.

Palabras clave

Crimen, Hurto, Políticas públicas, Agent-Based Modeling, Comportamiento

¹ Para Citar este artículo: Perdomo, J., Moreno, J., & Perdomo, D. (2015). Hurto por intimidación: una simulación del comportamiento delictivo desde una perspectiva económica para la reflexión sobre políticas públicas. *Informes Psicológicos*, 15(2), 13 - 32. <http://dx.doi.org/10.18566/infpsicv15n2a01>

Theft by intimidation: a simulation of criminal behavior from an economic perspective for the reflection on public policies

Abstract

Aim: The aim of this article is to present a simulation of the theft by intimidation for a period of one year which allows to establish a comparative analysis and a reflection on public policies. **Method:** ABM (agent-based model) was used in order to recreate the interaction between the different stakeholders and record levels of theft as the efficiency of public policies varies. **Results:** The results suggest that prevention policies have a greater impact to reduce the number of thefts with regard to coercive measures, as well as the existence of a natural rate of thefts when policies increase their capacity for impact. **Conclusions:** Coercive policies only play a role of containment and do not help to reduce the levels of theft; spatially, are configured theft niches in the virtual "territory" where agents interact, and diminishing marginal returns for the impact capacity of the simulated policies are observed.

Keywords

crime, theft, public policies, agent-based modeling, behavior.

Furto por intimidação: uma simulação do comportamento delitivo desde uma perspectiva económica para a reflexão sobre políticas públicas

Resumo

Objetivo: O objetivo deste artigo é apresentar uma simulação do furto por intimidação para um período de um ano que permita realizar uma análise comparativa e uma reflexão sobre as políticas públicas. **Método:** Se empregou a simulação computacional baseada em agentes (ABM) com o fim de recriar a interação entre os diferentes atores sociais e registrar os níveis de furto a medida que varia a eficiência das políticas públicas. **Resultados:** Os resultados sugerem que as políticas de prevenção possuem maior impacto para reduzir a quantidade de furtos com respeito às medidas coercitivas, assim como a existência de uma taxa natural de furtos quando as políticas aumentam sua capacidade de impacto. **Conclusões:** As políticas coercitivas só cumprem um papel de contenção e não ajudam para a redução dos níveis de furto; a nível espacial, se configuram nichos de roubos no "território" virtual onde os agentes interagem, e se observa rendimentos marginais decrescentes para a capacidade de impacto das políticas simuladas.

Palavras chave

crime, furto, políticas públicas, Agent-Based Modeling, comportamento.

Introducción

La economía del crimen se ha ido documentando como una actividad susceptible de ser descrita bajo las leyes que estructuran los mercados. En Becker (1974) se encuentran ciertas categorías agregadas de oferta y demanda que no tienen en cuenta al individuo en sí, sino que comprenden el crimen como una externalidad. Esta postura establece un costo y una curva de utilidad social, la cual permite evidenciar los impactos que tienen los actos delictivos analizados desde una información agregada, incluyendo en la cuantificación desde ciertas conductas delictuales de alto impacto mediático, como lo es el homicidio y el hurto, hasta delitos de relativo bajo impacto en los medios, como la evasión de impuestos y los denominados delitos de “cuello blanco”. Desde otra perspectiva, Fender (1999) propone desde la interacción individual, una heterogeneidad de incentivos para la participación en la actividad criminal en un intento por representar la conducta del sujeto. El modelo *microfundamentado* da cabida al individuo y a su potencial de elección, que en este caso estará restringido por sus capacidades y orientará su conducta hacia actividades legales o ilegales como consecuencia dicho potencial. Mocan, Billups y Overland (2005) sostienen como premisa elemental la implicación del tiempo en las elecciones de los individuos, argumentando que solo se puede percibir el aporte desde dicha postura puesto que su actuar se encuentra afectado por sus comportamientos pasados; entendiendo que el individuo es un sujeto histórico que no necesariamente responde de manera aguda a las

variaciones en los incentivos, ya que está habituado a patrones de comportamiento que adquirió en el pasado.

Además, otros autores han abordado el tema desde un enfoque interdisciplinario por medio de una aproximación económica conjuntamente con la teoría de los fenómenos complejos. Wilhite y Allen (2008) proponen estudiar la eficiencia de las políticas públicas por medio de la simulación basada en agentes (ABM) usando una sociedad virtual, los autores realizan una serie de simulaciones de diversas políticas anti-crimen para encontrar cual es el mecanismo más eficiente para reducirlo. Además, los ABM han sido usados para analizar los robos a residencias (Malleon, Heppenstall, & See, 2010, p. 236-250), por medio de una ciudad artificial basada en la distribución espacial de la ciudad de Leeds (Reino Unido), se pretende explorar el potencial que tienen las simulaciones para describir la realidad, con el fin de establecer un laboratorio virtual en el cual se puedan practicar las diversas políticas públicas antes de implementarlas en la sociedad. Esta interdisciplinariedad permite una mejor aproximación a ciertas características intrínsecas de los seres humanos como son los comportamientos irracionales, las complejidades psicológicas y otras sensibilidades asociadas a factores del entorno; su principal aporte radica en que los ABM permiten establecer entidades con atributos que le permiten tomar de decisiones, donde cada una de estas entidades pueden interactuar entre sí y con el entorno (Bonabeau, 2002).

Para la modelación de las políticas anti-crimen (Wilhite & Allen, 2008, p. 481) usualmente se establecen tres categorías básicas: ciudadanos, criminales y

convictos; donde los individuos enmarcados en cada categoría (agentes) buscarán maximizar su utilidad a cada instante del tiempo con bases en una serie de atributos preestablecidos, además en cada instante del tiempo los agentes autoevaluarán su nivel de utilidad y establecerán su nivel de satisfacción, con lo cual podrán modificar sus comportamientos a lo largo del período de simulación; a esta interacción dinámica se añadirán interacciones con el entorno, donde las condiciones de bienestar se modificarán según los incrementos y decrementos en los índices de robo para cada zona, que a su vez están influenciados por las políticas públicas y privadas que se establezcan para combatir el crimen.

En este artículo se aborda el problema de cuantificar los fenómenos emergentes resultantes de las diversas interacciones entre los agentes participantes en el hurto por intimidación, dando un respaldo numérico a fenómenos cualitativos.

Durante la simulación se usaron algunos indicadores: cantidad de hurtos, requisas y capturas, que permiten registrar el promedio robusto de cada evento respectivamente, compuesta la simulación mencionada por dieciocho escenarios en total. Para obtener el valor de los indicadores previamente nombrados, el modelo procede con el método de Montecarlo para calcular las medias; se emplea dicho método puesto que se parte de un conjunto de parámetros determinísticos que se expresarán como distribuciones aleatorias (Grijalva, 2009, p. 232). En este trabajo de simulación se generaron diez mil muestreos aleatorios para cada escenario, de esta manera se garantiza la aproximación de la media muestral a una distribución normal (Canavos, 1988, p. 247).

Modelación basada en agentes

Los fenómenos complejos abarcan diversas disciplinas como la biología molecular, la química, la física de partículas y las disciplinas sociales; de ahí que la simulación basada en agentes resulta ser una forma más apropiada, y en algunos casos la única, para estudiar patrones de comportamientos que dependen de una interacciones a micro-escalas (Candelaria, 2005, p.72).

Los ABM son un conjunto de entes autónomos tomadores de decisiones (Macal & North, 2010, p. 153), pueden ejecutar varios comportamientos y permiten describir los sistemas desde sus partes constituyentes (Epstein & Axtell, 1996); además, los ABM otorgan beneficios que otras técnicas de modelación no pueden brindar. Como previamente se comentó, los ABM permiten capturar fenómenos emergentes: los fenómenos emergentes son el resultado de la interacción de las partes, y por definición no pueden ser reducidos a las partes del sistema. La principal característica de los fenómenos emergentes es que son difíciles de predecir y muchas veces son contra-intuitivos. Por otra parte, los ABM proveen una descripción natural de un sistema, haciendo que las interacciones sean muy cercanas a la realidad; y finalmente los ABM son flexibles, permiten añadir fácilmente más agentes, dotarlos de comportamientos de interacción más elaborados, capacidad de aprendizaje y una coexistencia de diferente niveles de descripción (Bonabeau, 2002, p. 72). Finalmente, los ABM facilitan la construcción de entornos virtuales, laboratorios computacionales que permiten comprender mejor el impacto

de cualquier medida antes de ser ejecutada en la realidad (Cardoso, s.f.).

Método de Montecarlo

Es un método estadístico que pretende aproximar soluciones a problemas complejos de naturaleza numérica que no pueden ser tratables por métodos analíticos. Este método consiste en llevar una cantidad de muestreos estadísticos a modo de experimentos en computadores, de tal manera que, ante una distribución uniforme de probabilidad, se pueda computar el valor de la función que se desea resolver (Grijalva, 2009, p. 238). La simulación de Montecarlo se puede implementar tanto para fenómenos completamente aleatorios (aleatoriedad explícita) y en aquellos casos con parámetros establecidos que pretenden simular su distribución (Cruz, Durand, & Patiño, s.f.).

Según Ross (2006, p. 43), se puede aproximar el valor de una función:

$$\theta = \int_0^1 g(x).dx$$

Por medio de la expresión $\theta = E[g(U)]$, donde U es un conjunto de variables aleatorias independientes y de distribución uniforme, dado que:

$$\theta \rightarrow \frac{g(U1) + g(U2) + \dots + g(Uk)}{k}$$

Cuando $k \rightarrow \infty$.

Como consecuencia, se puede conocer una aproximación de θ generando una gran cantidad de números aleatorios U_i y tomando su valor promedio.

Método

Muestra

El trabajo no empleó participantes. Se acudió a un investigador experto en el SISC de la ciudad de Medellín para comprender las lógicas del crimen, de ahí se procedió a la programación de los agentes y de las dinámicas de interacción; por lo tanto no hubo participantes para este trabajo.

Instrumento

La Modelación Basada en Agentes (ABM por sus siglas en inglés) es una técnica que permite abordar los fenómenos complejos. La complejidad es una propiedad de los sistemas, se genera por la interacción de las partes que lo conforman, y no basta con agregar el conjunto de interacciones de las partes constituyentes del sistema para dar cuenta del fenómeno, puesto que la interacción en sí, genera un comportamiento adicional, denominado emergencia (Juarrero, 2010).

Procedimiento

El ejercicio de simulación consistió en ubicar de manera aleatoria, 270 agentes de la categoría “persona común”, 1 agente de la categoría “policía” y 1 agente de la categoría “ladrón”; estas magnitudes corresponden a los datos demográficos para la ciudad de Medellín para 2013.

Dichos agentes comenzarán el ejercicio de simulación con un valor de utilidad inicial igual a uno y cada agente tendrá como meta maximizar dicha utilidad hasta el final de la simulación; se pretende simular un período de 365 días (1 año) en un espacio virtual de 10 × 20 coordenadas, donde los agentes son comprendidos como partículas que ocupan dichas coordenadas y cada uno tiene un conjunto de atributos propios, que interactúan cuando están en presencia de otro agente en la misma coordenada. Dada la intención de simular el hurto por intimidación como una conducta racional y delimitándose sólo a las metas individuales, los agentes de igual categoría que

se encuentren en la misma coordenada no generarán interacción alguna; por el contrario, cuando un agente policía se encuentre con un agente ladrón generará la interacción “captura” y, a su vez, cuando se encuentre con un agente persona común generará la interacción “requisa”; de igual forma el agente ladrón generará la interacción “hurto” cuando se encuentre en la misma coordenada con un agente de categoría persona común.

La simulación se ha desarrollado en el lenguaje de programación PYTHON en su versión 3.2. La Figura 1 esquematiza la metodología empleada, mediante el diagrama de decisión de los agentes.

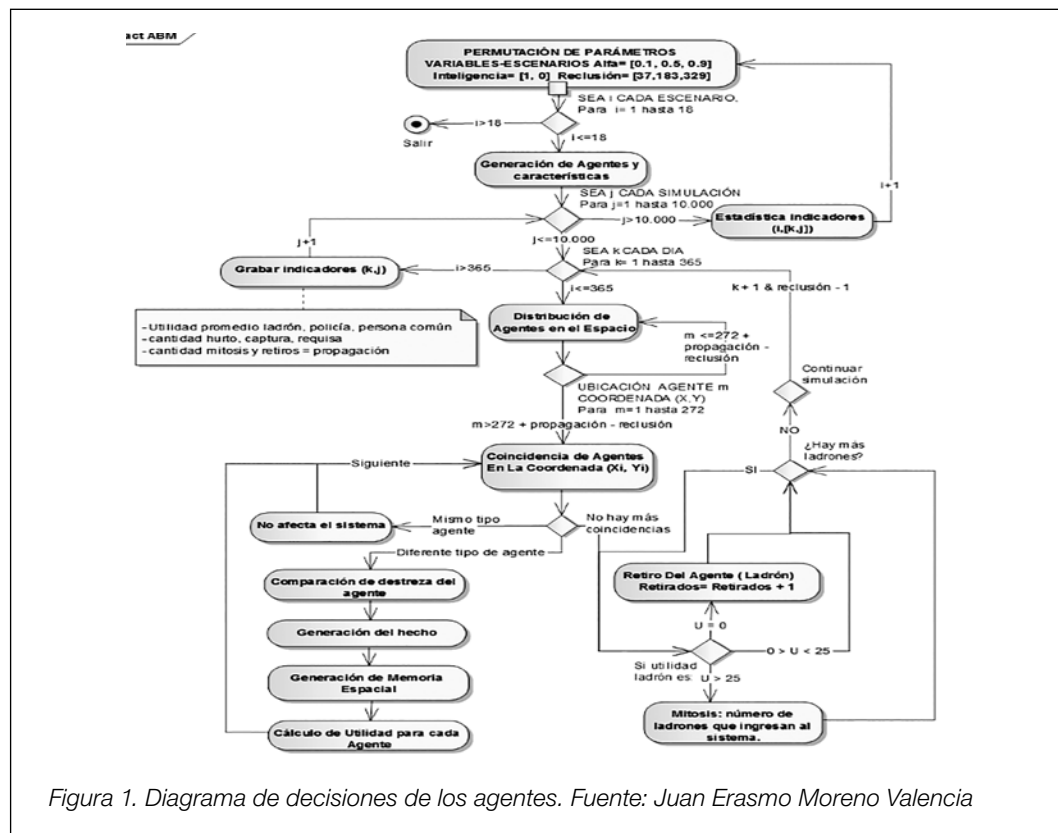


Figura 1. Diagrama de decisiones de los agentes. Fuente: Juan Erasmo Moreno Valencia

Con relación a la *prevención y el control*, el modelo también evalúa la capacidad de las políticas públicas para el tratamiento del hurto por intimidación. Se usa

el parámetro “alfa” (α) como una medida del impacto de las políticas de prevención del hurto, donde alfa tendrá como valores asignados .1, .5 y .9; un alfa de .1 pretende

simular un entorno donde el impacto de las políticas preventivas es débil, mientras que un alfa de .9 describe un entorno donde el impacto de dichas políticas es alto. En un sentido análogo al parámetro alfa, el modelo emplea el parámetro “reclusión” como una medida del impacto de las políticas de control coercitivo del hurto; dichas políticas se enmarcan en la simulación bajo la forma de la retención del agente ladrón una cantidad de días. El parámetro de reclusión se programó con períodos de 329, 183 y 37 días (90%, 50% y 10% de los 365 días de un año, respectivamente), para dar magnitudes porcentuales similares a las asignadas al parámetro alfa.

Los parámetros operan bajo la siguiente estructura:

```

{1} while alpha < .9:
{2}     if alpha == 0:
{3}         alpha = .1
{4}     elif alpha == .1:
{5}         alpha = .5
{6}     else:
{7}         alpha = .9
{8}     reclusion = 0
{9} while reclusion < 329:
{10}    if reclusion == 0:
{11}        reclusion = 37
{12}    elif reclusion == 37:
{13}        reclusion = 183
{14}    else:
{15}        reclusión = 329
    
```

El programa antes de ejecutarse evalúa la condición del parámetro alfa; si alfa es menor a .9 e igual a 0, entonces el programa asigna un valor de .1 (llaves del {1} al {3}), de lo contrario asignará .5 o .9, dependiendo de la condición (llaves del {4} al {7}). De manera similar, para el parámetro reclusión será evaluado el valor previo

que posee antes de entrar a modificarlo y reasignar un nuevo valor que sobre escriba al inicial.

En cuanto a la inteligencia, la simulación también permite evaluar el desempeño de la figura de la denuncia; denunciando, las personas comunes hacen saber a las autoridades en donde ocurren los hurtos, dotando de información a la fuerza pública para mejorar su capacidad de intervención. Para estos fines se incluyó el parámetro binario “inteligencia”, el cual cumple la función de informar la coordenada donde el hurto ha tenido lugar y, de manera simultánea, modifica la función de densidad de probabilidad espacial de las personas comunes y del policía. Se realizaron dos grupos de simulaciones tomando en cuenta todos los escenarios posibles (combinaciones de α y reclusión), uno con el parámetro inteligencia activada y otro sin emplear dicho parámetro.

Dado que la simulación está *microfundamentada*, los agentes poseen funciones de *utilidad* para indicar su satisfacción a lo largo del año simulado. Como se mencionó anteriormente, el programa comienza asignando una utilidad inicial de valor igual a uno a todos los agentes sin importar cuál es su categoría. Posteriormente, los agentes de categoría ladrón incrementarán o reducirán su utilidad conforme a la expresión:

$$U = R^a \cdot B^{(1-a)}$$

Donde U es una función de utilidad tipo Cobb-Douglas que permite comparar la satisfacción bajo un modelo de economías constantes a escala, R es el riesgo del entorno, B es el beneficio ganado o perdido por los hurtos y las capturas, y

α es el impacto de las políticas preventivas sobre el agente ladrón. Dado que los riesgos del entorno permanecen constantes, se asume $R = 1$. Luego:

$$U = B^{(1-a)}$$

De tal manera que la utilidad del ladrón es una consecuencia directa de los hurtos cometidos y de las capturas sufridas; dichos eventos sumarán o restarán respectivamente en un contador, cuyo resultado será el valor de entrada B .

Para el caso de las personas comunes, la utilidad estará directamente vinculada con los hurtos o las requisas; su utilidad se incrementa en una unidad cuando se presenta una requisita y se reduce en igual valor cuando se presenta un hurto. Finalmente, el agente policía sólo aumenta su utilidad en una unidad cuando se registra una captura.

Los agentes poseen un conjunto de atributos que influyen en su conducta, entre ellos destreza, memoria espacio y función de densidad espacial. La destreza es una variable aleatoria entre 0 y 1; este parámetro enmarca todo el conjunto de capacidades, tanto psicológicas como físicas que poseen los individuos para hacer frente a las diversas situaciones. En el caso de las personas comunes, la destreza se emplea para defenderse y trincar el hurto; de manera similar el ladrón la emplea para obtener la victoria y hurtar en caso de encontrarse frente a una persona común o de imponerse y evitar la captura cuando se encuentre frente a un policía. El policía, por su parte, empleará su destreza exclusivamente cuando interactúe con el ladrón.

La memoria espacial es una variable que pretende retroalimentar a cada

agente de sus experiencias. Dado que los agentes interactúan entre ellos y con el espacio, la memoria espacial permite un reconocimiento del entorno, brindando así a las personas comunes la capacidad de evitar pasar por alguna coordenada donde sufrió algún hurto, a los ladrones de reconocer cuales espacios son lugares propicios para hurtar y a la policía saber dónde ubicarse para aumentar su número de capturas. La memoria espacial está directamente relacionada con el parámetro de inteligencia y la función de densidad espacial.

La función de densidad espacial es la que asigna a cada coordenada una probabilidad de ser transitada según sea la categoría del agente; al inicio de la simulación todas las coordenadas tienen una probabilidad distribuida de manera uniforme, es decir, todas las coordenadas poseen la misma probabilidad de ser transitadas, que posteriormente se modificará conforme los agentes interactúen. La memoria espacial y la función de densidad espacial son fundamentales cuando las personas comunes tienen la capacidad de denuncia, dado que informan de manera exacta donde sufren el hurto las personas comunes.

Las ecuaciones de la memoria espacial están determinadas por las siguientes expresiones:

$$F_{A(n)} + \frac{F_{A(n+1)} - F_{A(n)}}{2} = F_{A(n)}; \text{para todo } n.$$

Aumentando la frecuencia absoluta (F_a) de la coordenada y

$$F_{A(n)} - \frac{F_{A(n)} - F_{A(n-1)}}{2} = F_{A(n)}; \text{para todo } n.$$

Disminuyendo la frecuencia absoluta (F_a) de la coordenada respectivamente. Estas expresiones son las que le permiten al agente “comprender” el entorno e interactuar con el mismo y es una variable emergente.

Con relación a la *mitosis*, *prisión* y *retiro*, bajo los paradigmas de la elección razonada de los individuos y del crimen estructurado como mercado, se concibe el hurto como una actividad lucrativa y generadora de incentivos económicos. Es en esta medida que las personas se sienten estimuladas a inclinarse por un actuar criminal; la simulación captura este fenómeno por medio de la variable emergente “mitosis”, esta variable replica a un agente ladrón cuando el nivel de utilidad alcanzado es mayor a:

$$mitosis = (25 \cdot \alpha \cdot 10)^{(1-\alpha)}$$

Donde 25 es una magnitud semilla, $\alpha \cdot 10$ es un multiplicador que relaciona la mitosis con el impacto de las políticas preventivas y $(1 - \alpha)$ es un conversor de la magnitud obtenida, para que pueda ser comparable con las expresiones de utilidad del agente ladrón.

La variable prisión emerge como consecuencia de las capturas y los períodos de reclusión. El retiro es un evento que resulta cuando un agente ladrón es capturado reiteradamente, y se puede interpretar de dos maneras: una de ellas es que el agente al ser capturado de manera reiterada, pierde los incentivos que lo estimularon al actuar criminal; pero también puede entenderse como una “muerte orgánica

Resultados

Luego de ejecutar el algoritmo un número de veces suficiente para garantizar la confiabilidad estadística de las aproximaciones numéricas (diez mil veces para cada escenario), se procede a sistematizar los datos arrojados. Por facilidad se identifican los escenarios (y sus respectivas combinaciones de parámetros) como se muestran en la Tabla 1.

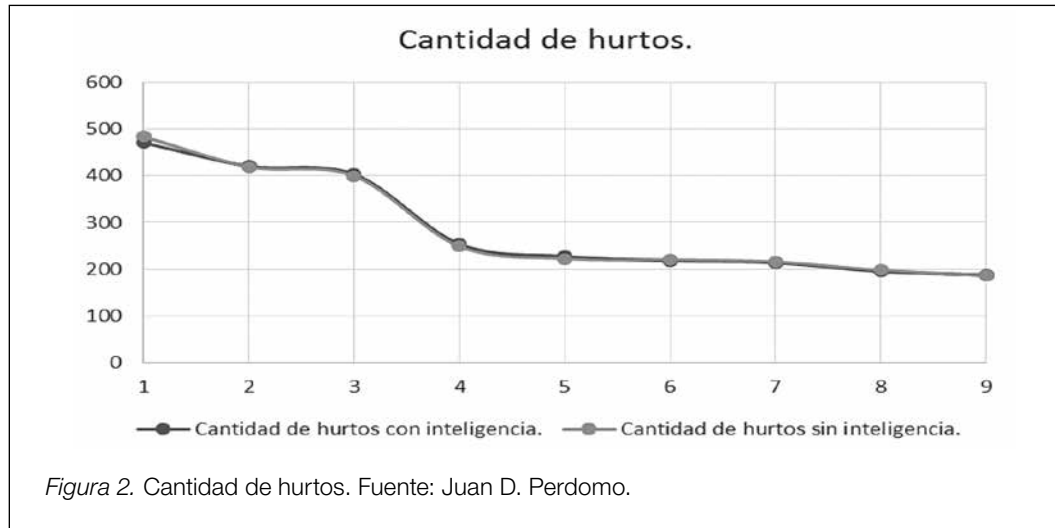
Tabla 1.
Escenarios. Fuente: Juan D. Perdomo.

Grupo	ID escenario	Alfa	Reclusión
Grupo 1	1	.1	37
	2	.1	183
	3	.1	329
Grupo 2	4	.5	37
	5	.5	183
	6	.5	329
Grupo 3	7	.9	37
	8	.9	183
	9	.9	329

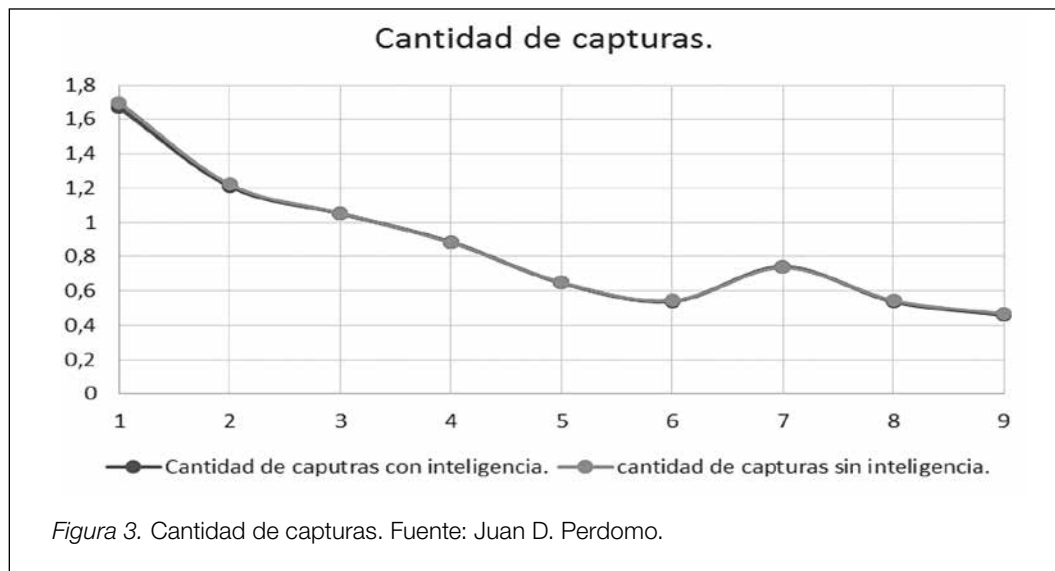
Inicialmente se comparan los resultados arrojados en cada uno de los indicadores para observar las posibles diferencias que podrían existir cuando los agentes poseen inteligencia y cuando no la poseen; es decir, cuando se potencia la capacidad de intervención al denunciar.

En la Figura 2 se grafica la cantidad de hurtos registrada en los diferentes escenarios. Se evidencia que no existe mayor diferencia cuando las personas comunes denuncian en comparación a cuando

no lo hacen. La mayor disparidad se da cuando ambas políticas son débiles, registrándose 13 hurtos adicionales cuando no existe capacidad de denuncia.



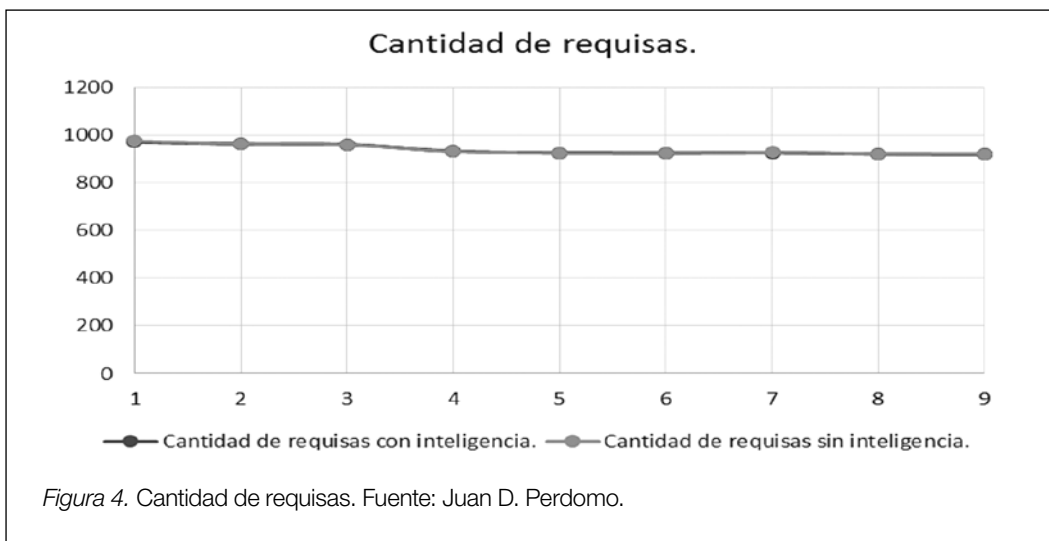
De manera similar, la cantidad de capturas se representa en la Figura 3. Esta permanece sin mayores variaciones para las diversas combinaciones de parámetros, registrando una diferencia máxima de solo .03 hurtos (en promedio) adicionales cuando no se posee capacidad de denuncia.



Este comportamiento se repite cuando se analiza la cantidad de requisas generadas por la simulación. El número promedio de requisas efectuadas para un alfa y una reclusión baja, cuando existe capacidad de denuncia, fue de 969.9165; mientras que, para las mismas condiciones paramétricas pero sin inteligencia fue de 973.2693. Siendo este, nuevamente el escenario donde se registró la

mayor diferencia, la magnitud de la misma apenas llega a ser 3.3528. Los datos

anteriores se encuentran graficados en la Figura 4.



Resultados análogos se obtuvieron para las utilidades de los agentes, la mitosis y el retiro. En definitiva, la denuncia es una actividad que no impacta al hurto. Dado que no existe diferencia entre los datos obtenidos con el parámetro de inteligencia activo o inactivo, el artículo se presenta solo con los datos generados cuando dicho parámetro se encuentra activado.

Respecto a la importancia de las medidas, se evidencia un alto impacto por parte de las políticas de prevención mientras que las de control no muestran, con claridad, que sean relevantes (Ver Figura 2). Para este análisis se hizo una comparación inicial del impacto de las políticas de control cuando la prevención se mantiene constante; de esta manera, los escenarios forman grupos de a tres, que corresponden a cada valor de alfa (Ver Tabla 1).

Para el primer grupo (correspondiente a los escenarios 1, 2 y 3; donde alfa permanece constante en un valor de .1), se puede observar que los aumentos en los

tiempos de reclusión generan una disminución en el registro de los hurtos: Para una reclusión de 37 días se obtuvo un registro de 470.8626 hurtos, cuando se aumenta la reclusión a 183 días se obtiene uno nuevo de 420.9506 y para una reclusión de 329 días se cometieron en promedio 403.1912 hurtos; es decir, cuando se aumenta la reclusión a 183 días en un entorno donde las políticas preventivas no se mejoran y son débiles, la cantidad de hurtos cae en 49.912 y 17.7594, respectivamente. En el segundo grupo (escenarios 4, 5 y 6), nuevamente se registran caídas en la cantidad de hurtos. Para un alfa de .5 que permanece constante, se registra una caída inicial (respecto al escenario 3) de 149.3539 hurtos; mientras que en los escenarios 5 y 6 se cuantifican 26.4198 y 9.2331, respectivamente. Finalmente, los escenarios 7, 8 y 9 registran caídas relativamente menores de 4.3153, 18.9707 y 7.3548; relevando las “medidas duras” a una posición de contención del atraco, pero incapaz de operar como elemento contundente para la reducción del mismo.

Se observa que, bajo un marco fijo de políticas preventivas, aumentar los tiempos de reclusión genera una disminución leve en la cantidad de hurtos, que converge a un número mínimo de registros a medida que estos tiempos aumentan; es decir, los tiempos de reclusión poseen rendimientos marginales decrecientes. Ahora, al analizar los tramos donde se efectúa el cambio en los impactos que las políticas preventivas pueden tener, se evidencia una alta sensibilidad cuando dichas políticas tienen una mediana influencia y un leve impacto cuando los ladrones tienen una alta acogida de las mismas; por tanto, en las políticas preventivas también existen rendimientos marginales decrecientes, pero es con la implementación de las medidas de prevención que los niveles de hurto caen en mayor magnitud.

Además, si se hace un análisis de sensibilidad simultáneo, se observa una convergencia del número de hurtos después de implementar algunas políticas preventivas que posean una buena influencia en la población (escenario 4); lo cual ocasiona un nivel asintótico que puede interpretarse como una "tasa natural" de hurtos, la cual se ubica cercana a los 200 hurtos.

Abordando el tema de las capturas, el desempeño de los policías es pobre respecto a la cantidad de hurtos acontecidos y se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2
Capturas de Fuente: Juan D. Perdomo

ID simulación	Capturas	Max
1	1.6679	10
2	1.2090	7
3	1.0517	6
4	.8862	5
5	.647	3
6	.5404	3
7	.7422	5
8	.5384	2
9	.4593	2

La mayor cantidad de capturas se dan en aquellos escenarios donde los tiempos de reclusión son de 37 días. Sin embargo, dado que el número de requisas no sufre grandes variaciones para las diferentes combinaciones de parámetros, como evidencia la Figura 5, los resultados deben interpretarse no como un desempeño eficiente en la reducción de los hurtos por la intervención policial, sino como un comportamiento estadístico común.

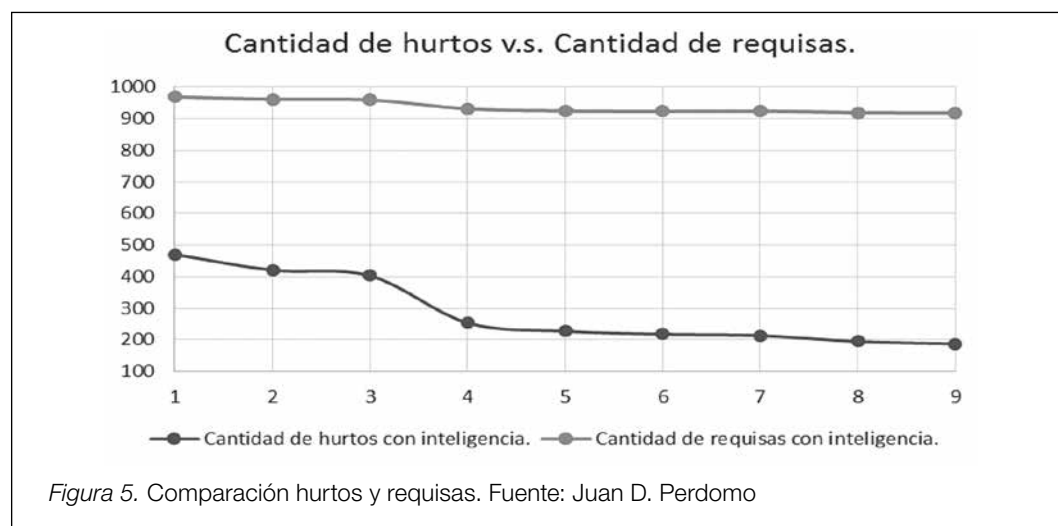
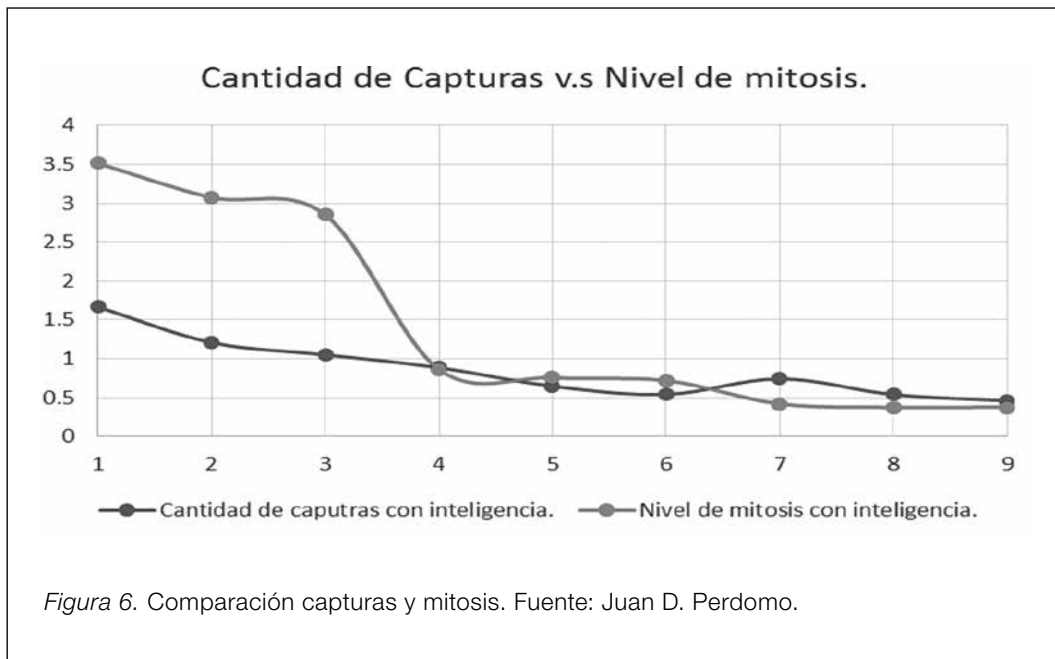


Figura 5. Comparación hurtos y requisas. Fuente: Juan D. Perdomo

En vista que, en los períodos de reclusión cortos, el ladrón (que, para cualquier margen de reclusión, no ve fuertemente impactada su utilidad por las medidas coercitivas) posee más tiempo disponible para delinquir, esto permite que la probabilidad de un nuevo encuentro del ladrón con el policía aumente. Por otra parte, dado que el ladrón tiene mayor tiempo disponible para hurtar, tiene una mayor facilidad

para juntar las condiciones necesarias y replicarse, lo cual es otra forma de aumentar las probabilidades de encuentro entre un ladrón y un policía; y finalmente, ante la mayor capacidad de impactar el crimen que muestran las políticas de prevención, la cantidad de ladrones replicados disminuye y esto implica que el número de capturas sea menor (Ver Figura 6).



En cuanto a la utilidad, las personas comunes registraron un leve incremento. La utilidad inicial es de 2.9011, la cual va aumentando a un paso aproximado de .05 unidades hasta el escenario 6, donde disminuye su ritmo de crecimiento hasta alcanzar una utilidad de 3.1791 en el escenario final. Teniendo en cuenta el tamaño de la población y el período de simulación, que la utilidad social aumente hasta casi un 8.7460% en comparación con su estado inicial, corrobora la implicación que

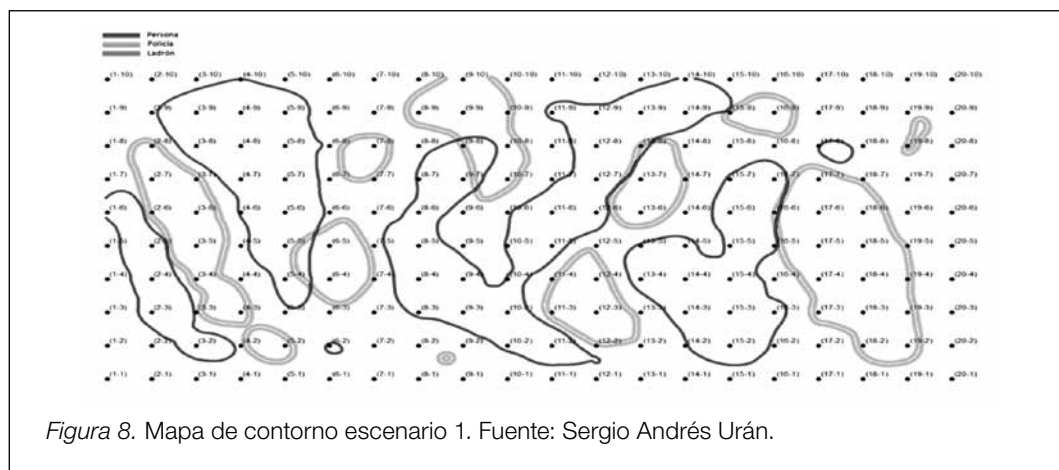
hay entre el individuo y su impacto en el contexto social.

Para el agente policial, dado que su utilidad se encuentra vinculada a las capturas, esta disminuye levemente a medida que el impacto de ambas políticas aumenta; mientras que la utilidad de los delincuentes varía considerablemente con una mejora cohesiva en cuanto al manejo del crimen, tal como se muestra en la Figura 7.

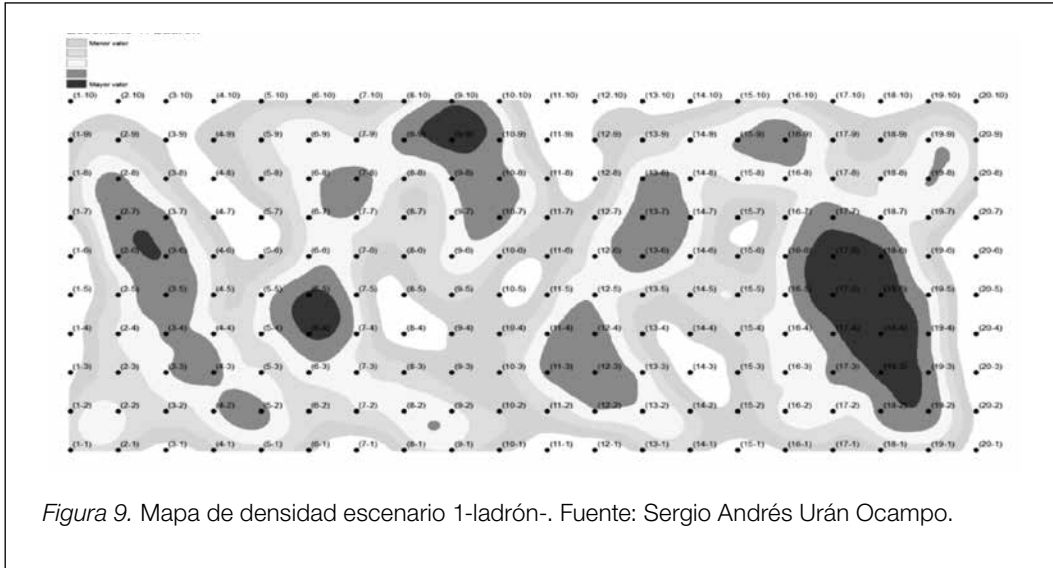


Se corrobora el mínimo impacto que ejercen las políticas coercitivas en la utilidad de los agentes delincuenciales en comparación con la prevención; de manera similar al comportamiento de la cantidad de hurtos y los registros de la mitosis, la utilidad de los delincuentes se ve fuertemente mermada, con una caída del 82.0671% cuando se implementan aquellas políticas que les impactan medianamente y, además, la utilidad cae a una magnitud de 1.4845 cuando se implementa un alfa de .9; demostrando que los incentivos para delinquir están más ligados a aquellos esfuerzos que permitan una reformatión estructural de la sociedad.

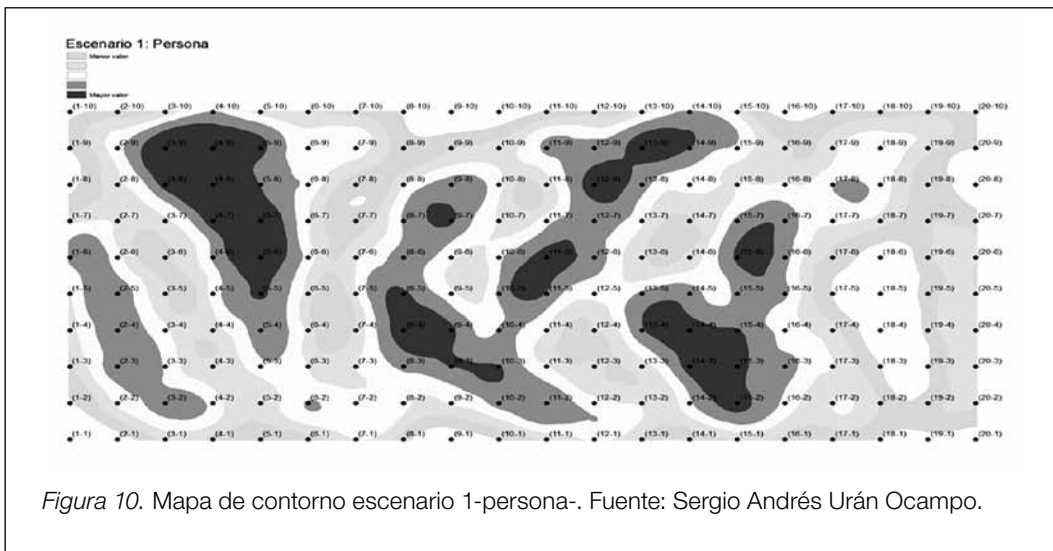
En cuanto al espacio y su relación con la memoria de los agentes, se escogieron dos escenarios particulares para dar una descripción de como el entorno se ve afectado a medida que los agentes interactúan con este, y cómo su configuración cambia cuando se mejoran las políticas. En el primer escenario, graficado en Figura 8, se observa una construcción de nichos donde las personas, los ladrones y policías deambulan; lo particular es que estos nichos poseen áreas comunes y puntos tangenciales entre sí, generando encuentros entre los ladrones y las personas comunes, así las últimas realicen esfuerzos por evitarlos y cuenten con la ayuda de la labor policial.



La Figura 8 permite identificar cuatro zonas de gran tamaño y dos zonas pequeñas por donde transitan las personas comunes con 11 localizaciones comunes con las áreas que son tanto de dominio criminal como policial.



La Figura 9 muestra cómo se configura el nicho delincencial del ladrón y la Figura 10 muestra la percepción del entorno por parte de las personas comunes.

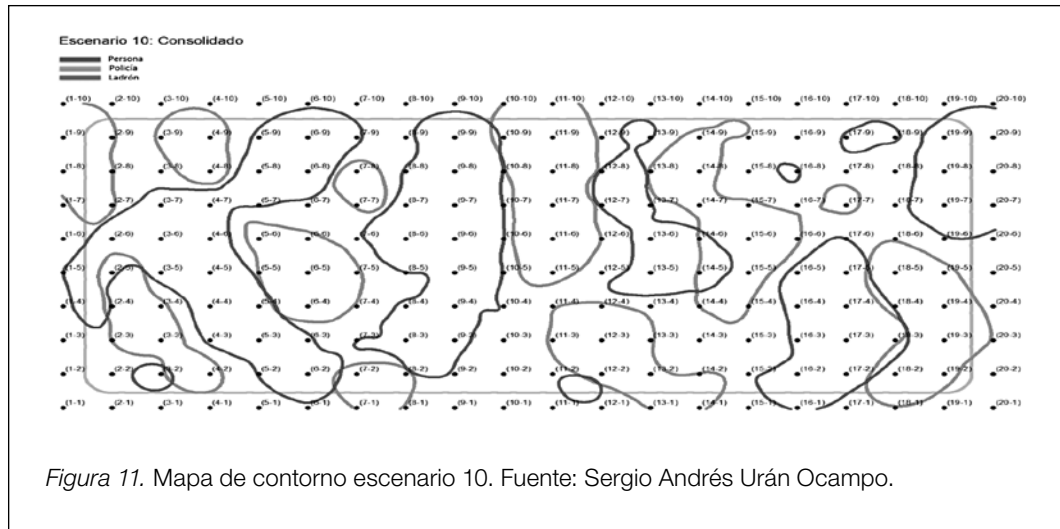


Con los mapas de intensidad se evidencia además, que dichas zonas comunes se encuentra en un nivel medio y medio bajo de ser transitados; incluso existe una coincidencia de tránsito en zonas de alto recorrido tanto para los ladrones como las personas comunes. Lo anterior demuestra que, incluso con la existencia

de nichos definidos, la posibilidad de evitar un encuentro con un delincuente es muy baja.

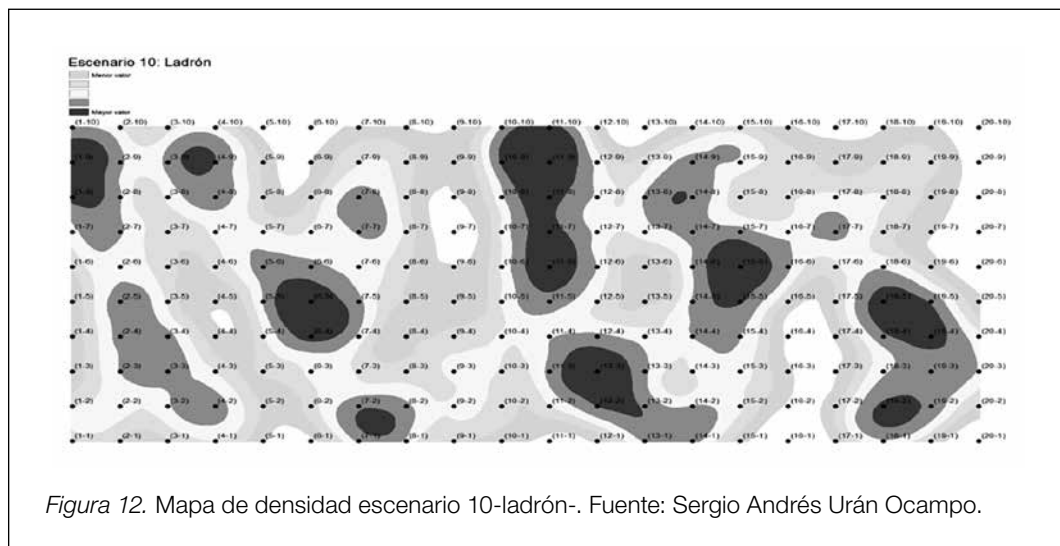
Analizando el escenario 10 (el segundo escenario particular seleccionado), donde ambas políticas incrementaron su capacidad de operar, existe un desplazamiento y una nueva organización tanto de

los nichos delincuenciales como de las zonas de tránsito para las personas. En la Figura 11 se observa que, a pesar de que las políticas son de mayor impacto, se generan nuevas zonas de criminalidad que no se encontraban en la primera configuración, pero también una recuperación de los espacios por el cual las personas comunes no transitaban.

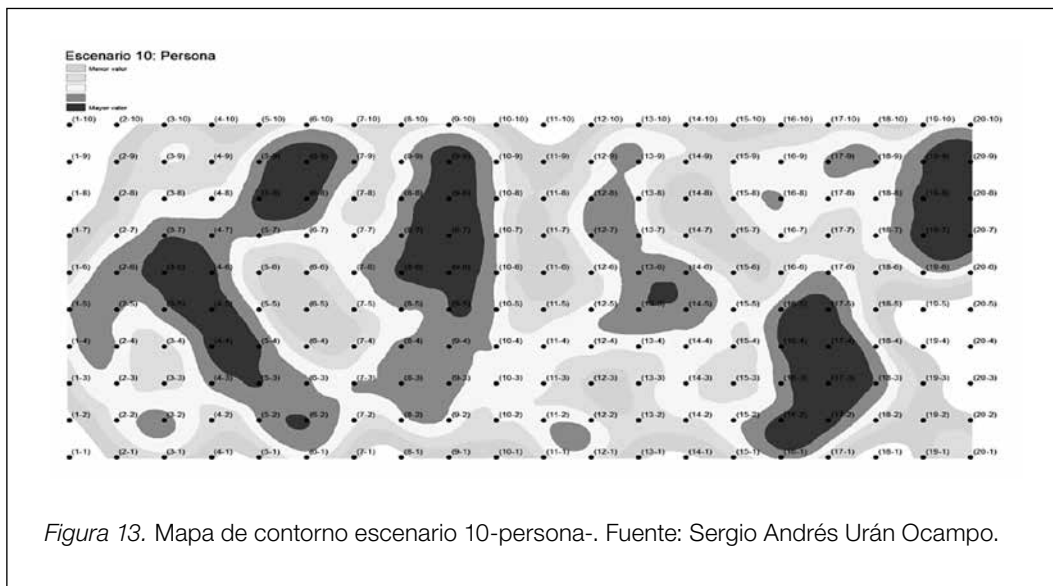


Aparecen nuevas zonas para la actividad delincencial e incluso se generan nuevos nichos de alta actividad, pero también

se desarticulaban las concentraciones espaciales vistas en el escenario inicial, estas variaciones se visualizan en la Figura 12.



De manera análoga, se genera un desplazamiento en las zonas frecuentadas por las personas comunes, que aparece esbozado en la Figura 13.



Discusión

La denuncia es una figura que puede servir como una herramienta para recopilar datos sobre los hurtos, más no como una medida para impactarlos y reducirlos a partir de políticas públicas coercitivas. Durante el ejercicio de simulación, los niveles de hurtos presentaron comportamientos similares, independiente de si estaba activado o desactivado el parámetro de inteligencia. En Medellín se continúa planteando como propuesta desestimulante del hurto la denuncia ciudadana (Plan Integral De Seguridad Y Convivencia 2012-2015. Municipio de Medellín., S.F., p. 41); si suponemos válidos para el contexto los resultados de la simulación, este tipo de políticas han de traducirse como un consumo de

recursos mal planificado, y por lo tanto ineficientes.

Para disminuir la cantidad de delitos, se usan medidas coercitivas y preventivas, ambas presentan rendimientos marginales decrecientes, pero los rendimientos de las políticas duras decaen más rápido si se le compara con las medidas de cohesión; esta respuesta a las políticas, evidencia un óptimo para la reducción del crimen cuando los manejos preventivos logran impactar a la mitad de la población delincinencial; las medidas fuertes sólo son una herramienta de contención (Galvis de Mantilla, 2008); De igual forma, la CEPAL (Arriagada & Godoy, 2000) consiera que en materia de políticas públicas “No han recibido la debida atención las medidas preventivas, cuyos resultados son más lentos, pero que suelen ser más eficientes que los tratamientos correctivos en cuanto a costos, y más eficaces para lograr soluciones sostenibles

a largo plazo” (p. 118). En los escenarios contenidos en los grupos dos y tres no se exhiben mayores diferencias por más fuerte que se implementen las medidas de reclusión o por más influyentes que se vuelvan las medidas preventivas, y después de haber implementado un alfa de 0.5. Este comportamiento permite hablar de la existencia de una “tasa natural” del hurto; lo cual sería coherente con los planteamientos de Emile Durkheim, quien sostiene que el crimen (en su generalidad) es un resultado intrínseco de la sociedad (Díaz & Díaz, 1993, p. 95).

La configuración espacial, surgida como consecuencia de la interacción de los agentes con su entorno, permite una estructuración de nichos por donde los agentes prefieren moverse; sin embargo, existen zonas de paso comunes entre estos, lo cual hace imposible evitar el encuentro entre estos (Vizcarra, 2002). Adicional a esto, en el Plan Integral de Seguridad y Convivencia para 2012-2015 en el municipio de Medellín (S.F., p. 74), se evidencia la estructuración de nichos claramente definidos para la comuna 10, la Candelaria, siendo la mayor afectada con un 33,5% de los reportes totales para el año 2012, la comuna 14, el Poblado, con un 18.7%, Laureles Estadio con un 9.7% y la comuna 5, castilla, con un 6%; validando en la realidad los resultados arrojados por la simulación computacional.

Teniendo en cuenta la intención y las delimitaciones propias de la labor investigativa, surgen preguntas que deberán ser formuladas y resueltas en trabajos futuros. En el presente documento se ha realizado un análisis de la eficiencia de dos conjuntos de políticas públicas y, sin embargo, se desconoce la naturaleza de las mismas; resulta crucial

explorar cuales serían esas vías que permitan garantizar la existencia de impacto sobre los agentes, supuesto fundamental del modelo. Adicionalmente, deberían realizarse variaciones y complementos a las características con que los agentes y el espacio de interacción fueron programados; esto con el fin de intentar captar un desempeño más acorde con la realidad y permitir la integración de otros factores necesarios para recrear condiciones adicionales del entorno y su complejidad. Finalmente es importante continuar con los procesos de verificación con datos reales, de tal manera que permita una aplicabilidad real, contextualizada y predictiva de los futuros modelos que puedan desarrollarse a partir de la metodología y la técnica de los ABMs, generando así, laboratorios virtuales éticos y de gran potencial.

R eferencias

- Anónimo. (s.f.). Recuperado el 4 de Septiembre de 2013, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/4748/2/nelcyazminninoalfonso.2011.parte2.pdf>
- Arriagada, I., & Godoy, L. (2000). Prevenir o reprimir: Falso dilema de la seguridad ciudadana. *Repositorio Revista Digital Comisión Económica para América Latina y el Caribe*, 70, 107-131.
- Becker, G. (1974). Crime and Punishment: An Economic Approach. *Essays in the Economics of Crime and Punishment*, 1-54.

- Bonabeau, E. (2002). Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99, 7280–7287.
- Canavos, G. C. (1988). *Probabilidad y estadística: Aplicaciones y métodos*. Virginia: McGraw Hill.
- Candelaria, J. (2005). Simulación social basada en agentes. Inteligencia Artificial. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 9(25), 71-78.
- Cardoso, C. (s.f.). *Modelos Basados en Agentes (MBA): definición, alcances y limitaciones*. Recuperado el 4 de Agosto de 2013, de http://www.iai.int/files/science/programs/idrc/Cardoso_et_al_Manual_ABM.pdf
- Cruz, L., Durand J., & Patiño, R. (s.f.). Recuperado el 3 de Septiembre de 2013, de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/5569/2/20041P35.pdf>
- Díaz & Díaz, M. (1993). Émile Durkheim: El derecho como moral especializada. *Revista de Investigaciones Jurídicas*, 17, 95-138.
- Epstein, J., & Axtell, R. (1996). *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up*. Massachusetts: MIT Press.
- Fender, J. (1999). A general equilibrium model of crime and punishment. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 39, 437–453.
- Galvis de Mantilla, M. (2008). Teoría del conflicto. *DIXI*, 10, 75-80.
- Grijalva, Y. (2009). *Métodos cuantitativos para negocios. Capítulo 8: Introducción al método de simulación de Monte Carlo*. Recuperado el 3 de septiembre de 2013, de <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r94434.PDF>
- Juarrero, A. (2010). *www.cognitive-edge.com*. Recuperado el 4 de Agosto de 2013, de http://cognitiveedge.com/uploads/articles/100608%20Complex_Dynamical_Systems_Theory.pdf.
- Macal, C., & North, M. (2010). Tutorial on agent-based modelling and simulation. *Journal of Simulation*, 4, 151–162.
- Malleson, N., Heppenstall, A., & See, L. (2010). Crime reduction through simulation: An agent-based model of burglary. *Computers, Environment and Urban Systems*, 34, 236–250.
- Mocan, H., Billups, S., & Overland, J. (2005). A Dynamic Model of Differential Human Capital and Criminal Activity. *Economica*, 72(288), 655-681.
- Plan Integral De Seguridad Y Convivencia 2012-2015. *Municipio de Medellín*. (S.F). Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de medellin.gov.co: <https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpcccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Convivencia%20y%20seguridad/Secciones/Plantillas%20Gen%C3%A9ricas/Contenidos/2013/PISC/Documentos/Plan%20Integral%20de%20Seguridad%20y%20Convivencia/Plan%20Integral%20>
- Ross, S. (2006). *Simulation* (cuarta ed.). San Diego: Elsevier.

Singer, P. (2004). *Compendio de Ética*. Madrid: Alianza Editorial.

Vizcarra, F. (2002). Premisas y conceptos básicos en la sociología de Pierre Bourdieu. *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas*, 8(16), 55-68.

Wilhite, A., & Allen, W. (2008). Crime, protection, and incarceration. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 67, 481–494.