



Some Extensions to Schelling's Segregation Model

Ramón Álvarez-Vaz, Gonzalo De Armas and Daniel Ciganda

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

October 5, 2022

Algunas extensiones al modelo de segregación de Schelling

Anónimo

Abstract El presente artículo presenta los primeros resultados de una serie de trabajos donde se proponen extensiones al modelo de segregación de Schelling, uno de los modelos clave en la génesis y desarrollo de los Modelos Basados en Agentes (MBA) y la Teoría de los Sistemas Complejos. En este trabajo se introduce el modelo de Schelling, se resumen algunas de las extensiones más relevantes que se han propuesto hasta el momento y se proponen 4 nuevas extensiones. Para monitorear los resultados de cada modelo se utilizan un conjunto de indicadores o métricas que permiten evaluar el grado de segregación obtenido y la trayectoria seguida en cada caso. De estos ejercicios se desprende, que la incorporación de preferencias individuales aleatorias, no necesariamente profundiza los resultados en términos de segregación. Por otro lado, la inclusión de un mecanismo de retroalimentación a partir del cual los agentes se vuelven menos tolerantes a medida que la segregación se incrementa genera dinámicas interesantes, dando lugar a que la formación de pequeños guetos, incluso en presencia de agentes inicialmente muy tolerantes, pueda desencadenar un proceso que termine con un espacio urbano altamente segregado y con muy bajos niveles de tolerancia entre grupos. Todos los archivos necesarios para reproducir los resultados presentados están disponibles en: <https://gitlab.com/iesta.fcea.udelar/extensiones-al-modelo-de-segregacion-de-schelling>.

Palabras clave: Modelos Computacionales - Simulación - segregación espacial

Introducción

En su versión original, el modelo de Schelling (MS) representa una ciudad o área urbana como una cuadrícula toroidal compuesta por un número determinado de parcelas habitadas por agentes que pertenecen a dos grupos distintos (por ej. etnias, clases sociales), (Schelling 1971). En el modelo original no hay minorías, ya que cada grupo aporta el 50 % del total de agentes, los cuales se distribuyen aleatoriamente sobre la cuadrícula. Así, al inicio de la simulación, cada parcela puede estar vacía u ocupada por un agente, en cuyo caso se define un vecindario, constituido por las 8 celdas que rodean al mismo. Esta dimensión del vecindario equivale a lo que se conoce como vecindario de Moore de radio 1.

Los agentes del modelo tienen la posibilidad de moverse de una parcela a otra, y este movimiento está determinado por el nivel de *satisfacción* de cada agente respecto a la composición de su vecindario en cada período. Los agentes se encuentran satisfechos si la proporción de vecinos de su mismo grupo es igual o superior a determinado umbral de tolerancia definido a priori. Este umbral, que aquí designamos como u , constituye el parámetro central del modelo y está asociado a una *regla* de comportamiento que en este caso determina que los agentes que no se encuentren satisfechos en un período se muevan a una parcela vacía al azar en el período siguiente.

Objetivo

En este trabajo se van a explorar algunas extensiones similares a las mencionadas anteriormente, como la asignación aleatoria de preferencias proveniente de una distribución de probabilidad determinada, la posibilidad de existencia de minorías/mayorías, la incorporación de un mecanismo de retroalimentación entre los niveles micro y macro. Además se proponen una serie de indicadores para monitorear el estado del sistema a cada momento de la simulación y facilitar la interpretación de los resultados. En la siguiente sección se describen en más detalle las modificaciones propuestas y su interpretación en términos del comportamiento de los agentes.

Metodología

Se exploran los resultados provenientes de diferentes tipos de extensiones al modelo de Schelling.

Modelo 1

En este modelo se habilita la posibilidad de que los grupos tengan tamaños diferentes.

Este primer modelo cuenta con 6 parámetros: la cantidad de agentes N , la cantidad de parcelas T , el porcentaje de agentes sobre el total que pertenecen a uno de los grupos p , el umbral de intolerancia u , la razón del nivel de tolerancia de los grupos α , La cantidad de iteraciones t .

El modelo puede representarse a través de la siguiente función:

$$f_1(T, N, p, t, u) \quad (1)$$

Modelo 2

El segundo modelo recibe los mismos inputs que el primero, pero el umbral de tolerancia cambia durante la simulación. La función correspondiente a este modelo es (2), donde los niveles de tolerancia se modifican en el tiempo de acuerdo a una secuencia de determinística

$$f_2(T, N, p, t, \mu) \quad (2)$$

donde la variabilidad del umbral, u , está dada por una grilla de valores que comienza con una tolerancia prefijada que va cambiando con t , de manera tal que al final de la iteraciones hay una sustitución completa de la tolerancia.

Modelo 3

Este modelo especifica la tolerancia como una variable aleatoria, esa variable sigue una distribución $Beta(a, b)$, y flexible para cambiar la forma de la variabilidad de la tolerancia. De acuerdo a esta distribución se asignan las preferencias de los agentes.

$$f_3(T, N, p, t, \alpha, \beta) \quad (3)$$

Modelo 4

Por último se implementa un modelo donde los agentes tienen la capacidad de incorporar información proveniente del nivel macro y ajustar sus preferencias en consecuencia. El mecanismo que se intenta representar es la polarización de las opiniones que los distintos grupos/clases/etnias tienen sobre cada uno a medida que disminuyen las posibilidades de contacto y convivencia.

Modelo 4 → tolerancia aleatoria micro + feedback

$$f_4(T, N, p, t, \mu, \sigma) \quad (4)$$

donde μ representa la media de una distribución normal truncada en el intervalo $[0.01, 0.99]$ y σ su desviación estándar. El inicio de la simulación se asigna un valor a cada agente proveniente de esta distribución, que representa su umbral de tolerancia. En la siguiente iteración las preferencias se actualizan de la siguiente forma:

$$u_{i,t+1} = u_{i,t} \cdot r \quad (5)$$

donde u es el umbral de intolerancia y r un multiplicador que depende del nivel de segregación, definido como:

$$r(s_1) = 0,3 / (1 + e^{-25 \cdot (s_1 - 0,8)}) \quad (6)$$

donde s_1 expresa la media de las proporciones de agentes similares en cada vecindario.

Herramientas para calibrar los 4 modelos

El código en R (R Core Team 2019) está basado en el código disponible en "<https://simulatingcomplexity.wordpress.com>" por Benjamin Davies. Para poder interpretar los resultados del proceso de simulación, se escogen dos tipos de herramientas, las gráficas y el seguimiento de los siguientes indicadores (García-Valdecasas and López 2017):

- Proporción de agentes insatisfechos (U)
- índice de similaridad (s)

- índice de disimilaridad (I)

Otra dimensión de la disimilaridad se recoge a través del índice I , presentado en (García-Valdecasas and López 2017) y se define como:

$$I = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{i=N} \left| \frac{x_i}{N_1} - \frac{y_i}{N_2} \right| \quad (7)$$

Resultados

De estos ejercicios se desprenden un conjunto de resultados interesantes, por ejemplo, que la incorporación de preferencias individuales aleatorias, provenientes de una distribución específica $Beta(a, b)$ no profundiza necesariamente los resultados en términos de segregación obtenidos en las distintas calibraciones del segundo modelo (extensión) explorado.

La inclusión de un mecanismo de retroalimentación a partir del cual los agentes se vuelven menos tolerantes a medida que la segregación se incrementa también produce una serie de resultados que pueden contribuir a la mejor comprensión de las dinámicas de segregación espacial. Por un lado, demuestra que si la reducción de oportunidades de intercambio entre las distintas clases/grupos/etnias que conviven en el espacio urbano conduce a la estereotipación y estigmatización mutua, entonces la formación de pequeños guetos, incluso en presencia de agentes inicialmente muy tolerantes, puede desencadenar un proceso que termine con un espacio urbano altamente segregado y con muy bajos niveles de tolerancia entre grupos.

Por otro lado, y cuando se parte de una ciudad con agentes que ya exhiben menores niveles de tolerancia, la retroalimentación entre la segregación y las preferencias puede reducir significativamente el tiempo en el que se produce la segmentación en la ciudad. Este escenario es importante dado que si bien los resultados que se alcanzan en presencia/ausencia del feedback son similares, ofrece una validez de carácter práctico dado que los tiempos de los procesos urbanos son claves para casi cualquier consideración vinculada al diseño de políticas.

Referencias

- 10 Bourdieu, Pierre. 1977. *Outline of a Theory of Practice*. Vol. 16. Cambridge university press.
- García-Valdecasas, José Ignacio, and Iván López. 2017. "Un Modelo Basado En Agentes Para El análisis de La Segregación étnica Espacial Urbana." *Revista de Geografía Norte Grande*, no. 67: 145–65.
- Gilbert, Nigel. 2002. "Varieties of Emergence." In *Agent 2002 Conference: Social Agents: Ecology, Exchange, and Evolution*, Chicago, 11–12.
- R Core Team. 2019. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <http://www.r-project.org>.
- Schelling, Thomas C. 1971. "Dynamic models of segregation." *Journal of Mathematical Sociology* 1 (2): 143–86.
- Squazzoni, Flaminio. 2012. *Agent-Based Computational Sociology*. John Wiley & Sons.
- Urrutia-Mosquera, Jorge, Héctor López-Ospina, Francisco Sabatini, and Alejandra Rasse. 2017. "Tolerancia a La Diversidad y Segregación Residencial. Una Adaptación Del Modelo de Segregación de Schelling Con Tres Grupos Sociales." *EURE (Santiago)* 43 (130): 5–24.
- Yin, Li. 2009. "The Dynamics of Residential Segregation in Buffalo: An Agent-Based Simulation." *Urban Studies* 46 (13): 2749–70.