

Cantergiani. *Identificación de componentes espaciales en un MBA*

# Identificación de componentes espaciales en un Modelo Basado en Agentes

Agentes y elementos de atracción para la simulación del crecimiento urbano en la Comunidad de Madrid

**Carolina C. CANTERGIANI**

Universidad de Alcalá, Departamento de Geografía  
C/ Colegios 2, 28801, Alcalá de Henares – Madrid, España  
(+34)918854482, carolina.carvalho@alu.uah.es

**Palabras-clave:** Modelos Basados en Agentes, Crecimiento Urbano, Componentes Espaciales, Simulación, Comunidad de Madrid

## Introducción

Los modelos espaciales de simulación son cada vez más populares en aplicaciones urbanas. En diferentes grados, estos modelos exigen determinados datos espaciales en función del objetivo y escala de trabajo. En este artículo realizaremos algunas reflexiones sobre un Modelo Basado en Agentes (MBA) para la simulación del crecimiento urbano de la Comunidad de Madrid (CM). Su estructura se fundamenta en tres elementos principales: agentes, medio y reglas de transición definidas según el comportamiento individual de los agentes – que a su vez generan patrones espaciales a un nivel agregado. Sin embargo, para la definición de estos tres componentes existe una amplia variedad de elementos espaciales que se puede utilizar en su caracterización.

Por este motivo la mayoría de los modelos disponibles actualmente propone agrupaciones temáticas de capas espaciales o una selección de elementos relevantes que identifiquen los agentes o el medio. Cómo y con qué criterios elegir estos elementos espaciales, de qué forma desagrupar un componente clave del modelo, o cómo descartar información excesiva, es un trabajo fundamental antes de conceptualizar un modelo espacial. Además de fundamental en cuanto a su viabilidad metodológica y técnica, también es elemental para garantizar el éxito y alcanzar los resultados esperados. Por lo tanto, compilar demasiada información se torna inútil si no tenemos acceso a aquella realmente necesaria para alcanzar el objetivo propuesto.

Así como se supone que ningún modelo es capaz de representar la realidad tal como es, también suponemos que ninguno modelo puede abarcar la totalidad de la información geográfica relacionada con sus componentes, siendo necesario una acotación de capas espaciales y agrupaciones temáticas para hacer viable su ejecución.

La hipótesis presentada nos lleva a plantearnos las siguientes preguntas: ¿Cómo identificar las capas espaciales más adecuadas al modelo propuesto?, ¿Cómo agrupar temáticamente los agentes o representar los elementos de atracción que inducen

determinado comportamiento?, ¿Por qué elegir determinadas variables para simular la dinámica urbana de la CM?.

Estas preguntas pueden ser contestadas a través de una revisión de modelos existentes y elementos espaciales utilizados, posibilitando entender su estructura espacial y conocer diferentes formas de agrupación y selección de información en un contexto concreto.

Este trabajo se complementa con la introducción de propuestas de clasificación de elementos espaciales relacionados con cada agente, así como la identificación de posibles agrupaciones temáticas y elementos de atracción.

Por último, se propone la elección concreta de datos espaciales para el desarrollo de un MBA para la simulación del crecimiento urbano en la CM.

### **Modelos de simulación urbana y sus elementos espaciales**

Los modelos de simulación espacial encontrados en la literatura tienen capacidad relativamente limitada en cuanto al procesamiento de muchos datos de entrada de forma simultánea, aunque han evolucionado notablemente en las últimas décadas. La mayoría de los modelos celulares, principalmente los basados en agentes, cuando son aplicados al ámbito urbano, consideran un número reducido de datos de entrada, para facilitar su estructuración y ejecución.

En este apartado se presentan algunos modelos y la selección correspondiente de sus elementos espaciales. El modelo *CityDev* desarrollado por Semboloni [1] examina el desarrollo de una ciudad basado en las interacciones de mercado entre agentes (desarrolladores, firmas, familias) y los bienes que producen (tierra, trabajo, construcción). El modelo de Barros – *Periferización* [2] – simula la invasión de áreas urbanas y para ello agrupa los agentes según su poder económico. En este caso, el movimiento de los agentes se desarrolla de forma espontánea dependiendo de la densidad de la vecindad y proximidad a agentes del mismo nivel económico. El *HI-LIFE* de Fontaine [3], propone el movimiento de la población en función de su ciclo de vida (casado, soltero, con hijos, jubilado...) y sus cambios. Otros modelos celulares de simulación de crecimiento utilizan elementos espaciales que se diferencian según objetivo del modelo o área de aplicación.

### **Identificación de elementos espaciales**

Para proponer un MBA que simule el crecimiento urbano en la CM, es necesario conocer una serie de elementos y características que ejerzan influencia sobre esta dinámica. Según la investigación en marcha, para simular el crecimiento urbano en la CM, los tres agentes que afectan el desarrollo territorial serían *población*, *promotores inmobiliarios* y *planificadores urbanos*, que actúan simultáneamente en la misma área, aunque sobre unidades espaciales distintas (Fig1). En esta propuesta se supone que los tres grupos incentivan este fenómeno conforme una serie de elementos que induce o limita la ocupación urbana del territorio.

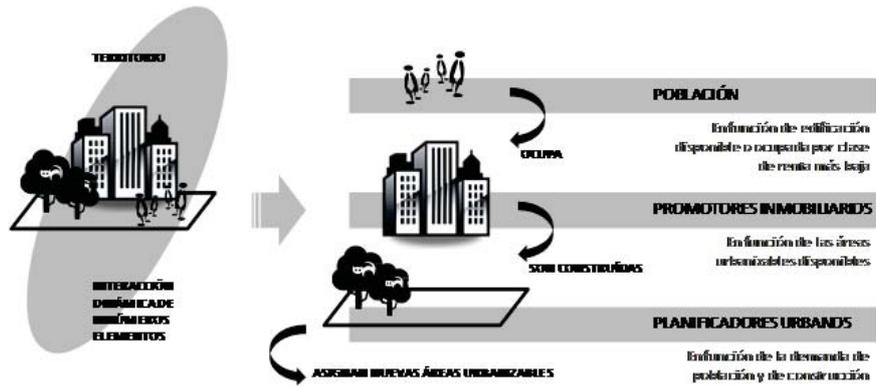


Figura 1: Interacción entre agentes inductores del crecimiento urbano.

Primeramente, el agente *población* puede ser agrupado temáticamente, pues ofrece diferencias importantes en cuanto a su comportamiento. La población posee una serie de características que lleva a un estado de insatisfacción y consecuente interés por cambiar de residencia, lo que a su vez puede estar caracterizado según grupos de edad, nivel de renta, estado del ciclo de vida, personas por hogar, género.

De la misma forma, los elementos de atracción que inducen estos agentes a cambiar de residencia pueden ser muy numerosos. De forma general, la cercanía a áreas urbanas consolidadas, infraestructura viaria o paradas de transporte público son motivadoras de expansión urbana en la CM. Además de las preferencias típicas relacionadas con el factor económico, la proximidad a comercios, parques y áreas verdes es igualmente deseada. El aspecto social también se refleja en la preferencia por el acercamiento a población de características similares, basado en estudios de Schelling [4].

La misma reflexión se puede plantear para los *promotores inmobiliarios* o *planificadores urbanos*. Los primeros pueden actuar según el nivel económico, status, experiencia de mercado. Sus elementos atractivos se definen en función de la proximidad a equipamientos, suelo apropiado para construcción o áreas urbanizables. Ya los aspectos físicos del terreno (pendientes, geotecnia) pueden considerarse limitantes a la construcción.

Para los *planificadores urbanos* la dinámica es similar, siendo posible una diferenciación de comportamiento según color político o directrices urbanísticas. Los elementos atractivos varían en función de la infraestructura existente, distribución de áreas comerciales, industriales y de servicios, interés de protección ambiental, o distribución espacial de áreas productivas.

Sin embargo, considerar todos estos elementos en un único modelo lo torna inviable y no necesariamente más realista. Una elección acertada de las variables de entrada y de transición puede ser fundamental para el éxito del modelo.

### Elementos para la simulación del crecimiento urbano en la CM

La investigación actualmente en marcha pretende simular el crecimiento urbano de la CM a través de un MBA, y tras estudiar el amplio abanico de elementos disponibles y su evolución, proponemos utilizar las siguientes variables:

Agente	Agrupación	Elementos de atracción
Población	Renta: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta</li> <li>• Media</li> <li>• Baja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cercanía a <ul style="list-style-type: none"> <li>○ infraestructura viaria</li> <li>○ paradas de transporte</li> <li>○ centros económicos</li> </ul> </li> <li>• Valor del suelo</li> <li>• Status social</li> </ul>
Promotores inmobiliarios	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terrenos disponibles</li> <li>• Cercanía a <ul style="list-style-type: none"> <li>○ áreas urbanas consolidadas</li> </ul> </li> <li>• Áreas atractivas para la población</li> <li>• Precio del suelo</li> </ul>
Planificadores urbanos	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terrenos no productivos</li> <li>• Cercanía a <ul style="list-style-type: none"> <li>○ áreas urbanas consolidadas</li> <li>○ infraestructura viaria</li> <li>○ equipamientos públicos</li> </ul> </li> <li>• Áreas no protegidas</li> <li>• Áreas atractivas para la población</li> </ul>

Tabla 1: Agentes, agrupación y elementos de atracción para simulación del crecimiento urbano en la CM.

La selección de los elementos presentada coincide con una serie de trabajos elaborados en la misma área de estudio [5], por lo que se considera adecuada para estructurar un MBA.

## Resultados

El resultado esperado de esta fase inicial de un proyecto más amplio es la selección de elementos espaciales presentada, cuyos elementos están vinculados a los tres agentes presentados: población, promotores inmobiliarios y planificadores urbanos. Una breve introducción de los componentes más representativos del fenómeno de expansión urbana es introducida en este documento.

Lo que se puede concluir por medio de una revisión de publicaciones existentes es que aunque se realice una selección de todas las variables relacionadas con el fenómeno de crecimiento urbano, es necesario realizar una acotación temática para generar modelos más viables.

La limitación que hace algunas décadas se daba por la baja capacidad informática para generar modelos de simulación, hoy se convierte en la inviabilidad de utilizar grandes cantidades de elementos espaciales en un único modelo. Aunque la acotación de información sigue siendo necesaria, la restricción en el uso de datos es un obstáculo importante, por lo que esperamos que en el futuro esta deficiencia se minimice con la ampliación de investigaciones de modelos de simulación urbana.

## **Referencias**

- [1] **Semoloni, F. et al.** (2004), CityDev, an interactive multi-agents urban model on the web. *Computers, Environment and Urban Systems*, Nr.28, pp.45-64
- [2] **Barros, J.X.** (2004), Urban Growth in Latin American Cities. Exploring urban dynamics through agent-based simulation. Doctor of Philosophy Thesis, Bartlett School of Graduate Studies, University College London
- [3] **Fontaine, C.M. y Rounsevell, M.D.** (2009), An agent-based approach to model futures residential pressure on a regional landscape. *Landscape Ecology*, Nr.24(9), pp.1237-1254
- [4] **Schelling, T.** (1971), Dynamic Models of Segregation. *Journal of Mathematical Sociology*, Nr.1, pp.143-189
- [5] **Plata Rocha, W. et al.** (2009), Análisis de factores explicativos del crecimiento urbano en la Comunidad de Madrid a través de métodos estadísticos (RLO y MLA) y SIG. *Revista de Planeamiento Territorial y Urbanismo Iberoamericana*, Nr.4.

