

Mercado de negociación

Sesión 6

Informe de Práctica

Juan Marin Vega
Oriol López Sánchez

Motivación

¿Cuánto pueden afectar la diferencia entre clases sociales a la hora de medir las personas que nunca van a poder adquirir una vivienda?

¿Podemos modelar sistemas con los que predecir cuanto puede afectar la especulación al incremento de precios de las viviendas, y al número de personas que nunca van poder comprarse una?

Descripción del sistema

En este entregable se ha diseñado una simulación de un sistema de mercado inmobiliario, donde agentes vagan por el entorno, con el propósito de buscar un hogar donde vivir. Además, la simulación permite a los agentes construir casas que después serán capaces de vender. A medida que el tiempo va pasando, los agentes pueden perecer, sin embargo, son capaces de tener descendencia.

La simulación se constituye de agentes con dos roles posibles: “humanos” y “casas”. Los “humanos” tienen vida, una cantidad de dinero, y vagan por el mundo en busca de una casa. Pueden construir casas, o pueden comprar casas que estén disponibles. Las casas disponibles son aquellas que pertenecen a un humano que tiene más de una casa.

Los agentes con el rol “casa” son agentes estáticos que pueden ser creados durante la inicialización de la simulación, o durante el transcurso de esta, otros agentes “humano” pueden ser capaces de crear nuevos agentes de este rol. Estos agentes pueden ser propiedad de otro agente de rol “humano”.

Además, los agentes “humanos” pueden ser capaces de tener descendencia, y todos ellos pertenecen a un posible estatus social, que condiciona la negociación entre ellos.

Diseño del modelo

Este modelo considera una serie de restricciones, plasmadas en reglas o fórmulas de comportamiento. Se dividen por tipo de agente

Humanos

- Un humano tendrá un número limitado de casas.
- Pertenece a una clase social.
- Obtiene ingresos en función de la clase social a la que pertenece.
- Tiene gastos.
- Puede construir una casa o negociar una compra.
- Si tiene más de una casa, solo una de ellas puede ser su *hogar*.
- Las casas que no son *hogar* pueden ser compradas mediante negociación por otros humanos.
- El humano adquiere experiencia al negociar compras o ventas.
- Un humano tiene una cantidad limitada de vida.
- Es capaz de tener descendencia, por lo tanto, pueden tener padre.

Casas

- Las casas tienen un precio base.
- El precio se ve afectado por las casas que hay alrededor.
- Pueden verse devaluadas cuando no son *hogar* de nadie.

Implementación

La entrega consta del módulo principal y de una serie de módulos adicionales donde está la lógica de cada uno de los componentes del sistema:

- **human.nls.** Contiene la raza con sus propiedades y todas las funciones para la simulación de un agente con el rol “humano”.
- **house.nls.** Contiene tanto la raza como funciones para la simulación de un agente con el rol “casa”.
- **formulas.nls.** Contiene fórmulas que se usan en la simulación para el cálculo de precios y/o valores de decisiones de los agentes.
- **mediator.nls.** Contiene la lógica necesaria para la comunicación entre agentes.
- **plots-and-monitors.nls.** Contiene funciones auxiliares usadas por los otros módulos para generar métricas que se visualizarán en las gráficas de la interfaz.

Protocolos de comunicación

Para simplificar el diseño e implementación de la simulación presentada, la comunicación entre agentes se gestiona de manera centralizada, a través del observador. Los agentes publican mensajes a una cola global de mensajes que el observador procesa eventualmente.

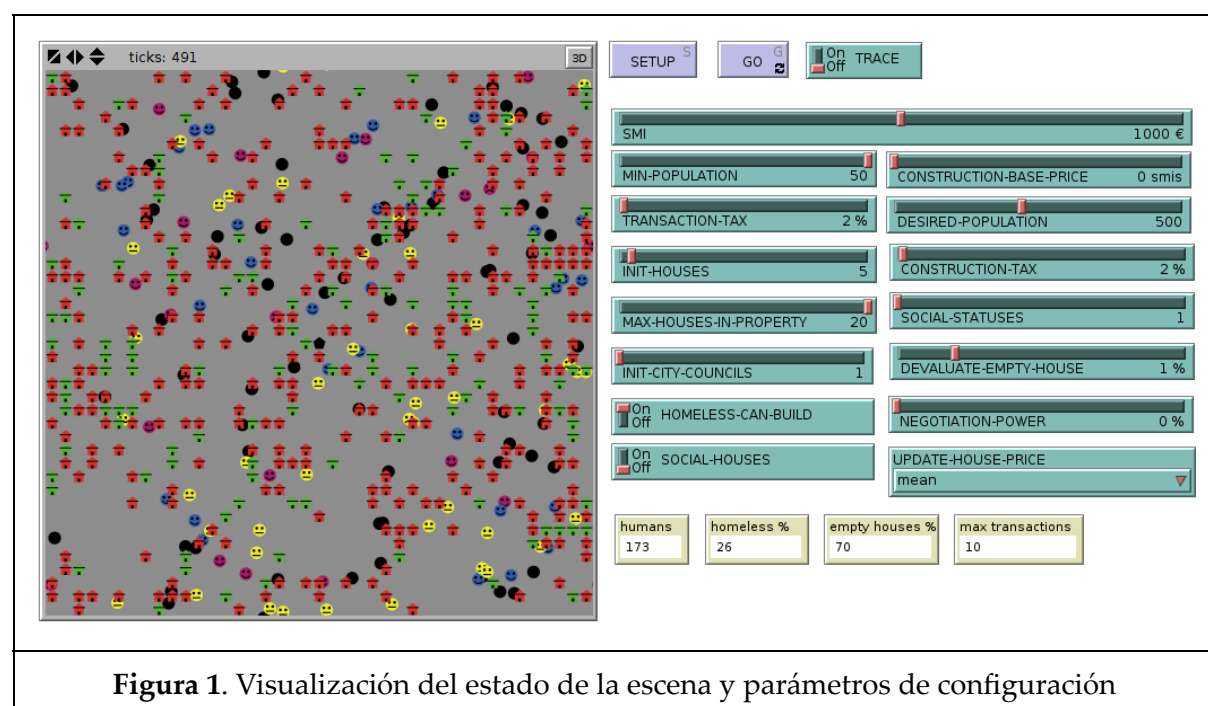
Existen dos tipos de mensajes para las acciones que hace el agente humano:

- **Ofertas de compra.** Los agentes humanos puede encontrar casas propias de otros agentes humanos que actualmente no están ocupadas y es posible comprarlas.
- **Peticiones de construcción.** Los agentes humanos pueden decidir construir en una parcela de terreno.

Ambos mensajes actúan con el mismo “mediador”, el observador, que gestionará los mensajes para efectuar los cambios adecuados tanto en los agentes como en el propio entorno.

Visualización del sistema y herramientas de análisis

Nuestra interfaz se compone de la sección principal de visualización y parametrización de la simulación, como se puede ver en la siguiente figura.



Visualización del mundo

Los agentes “humanos” se representan con el icono de un “smiley”, cuyo color cambia en función del número de casas que posea dicho agente.

Número de casas	0	1	2	> 2
Color	Amarillo	Azul	Magenta	Negro
Figura 2. Colores de los agentes humanos				

Los agentes “casa” se representan con el icono de una “casa”, cuyo color cambia en función de las siguientes condiciones:

- Si actualmente la casa no pertenece a ningún “humano”, se representará de color rojo.
- Si pertenece a un “humano”:
 - Si ningún agente vive en dicha casa, se representará de color naranja.
 - Si un agente vive en ella, se representará de color verde.

De esta manera, podemos ver rápidamente en qué estado se encuentra cada uno de los agentes de la simulación.

Parametrización de la simulación

En la simulación existen una serie de parámetros que nos permiten configurar el estado inicial de la simulación:

- Propiedades globales económicas:
 - **SMI.** El Salario Mínimo Interprofesional, o sueldo base que todo “humano” cobra durante la simulación. Si el humano pertenece a la clase social 2, cobrará 2 SMIS, si pertenece a la clase social 3 cobrará 3 SMIS ...
 - **TRANSACTION-TAX.** El Índice de Precios al Consumo que se aplica sobre el precio de las casas durante las actualizaciones de precios, cada 10 ticks.
 - **CONSTRUCTION-TAX.** Porcentaje de incremento sobre el precio de construcción de una casa.
 - **CONSTRUCTION-BASE-PRICE.** Indica el precio base de cualquier construcción, a aplicar en cantidad de SMI's
 - **DEVALUATE-EMPTY-HOUSE.** Porcentaje de devaluación del precio de la

vivienda cuando no es propiedad de nadie. Con esta variable podemos controlar el grado de estabilización del precio de los pisos, para que no crezca de manera descontrolada.

- Propiedades globales sobre población y estado inicial de la simulación:
 - **MIN-POPULATION.** La cantidad de agentes “humano” con los que empieza la simulación.
 - **DESIRED-POPULATION.** La cantidad de agentes máxima que la simulación mantendrá, antes de que el control de población se aplique.
 - **INIT-HOUSES.** La cantidad de agentes “casa” que existen al iniciar la simulación.
 - **SOCIAL-STATUSES.** Indica el número máximo de grados sociales que puede existir en la sociedad de “humanos”.
 - **MAX-HOUSES-IN-PROPERTY.** Indica el número máximo de casas que un agente “humano” puede poseer.
 - **NEGOTIATION-POWER.** Indica el porcentaje de desviación que puede alcanzar el precio de una casa al realizar una negociación
- Selectores
 - **HOMELESS-CAN-BUILD.** Permite elegir si los “humanos” que no tengan casa pueden construir o no.
 - **SOCIAL-HOUSES.** Cuando un “humano” perece, si no es capaz de dar su casa, bien porque ninguno de sus hijos puede tener más casas, o no tiene hijos, cuando este selector está activado, dicha casa acaba siendo otorgada a un “humano” sin casa y con la menor cantidad de dinero.
 - **UPDATE-HOUSE-PRICE.** Es un selector que permite indicar qué estrategia de actualización de precio de casa se aplica cada 10 ticks. Los valores posibles son “max”, “min”, “mean” y “median”, y como sus nombres indican, son las funciones de agregación que se aplica sobre los precios de las casas, en función de las demás que hay alrededor.

Gráficas de estado

A continuación, tenemos las diferentes gráficas que muestran métricas de diferentes aspectos a analizar de la simulación, como la tendencia de los precios, el número de casas y en qué estado se encuentran o la población catalogada por su edad.

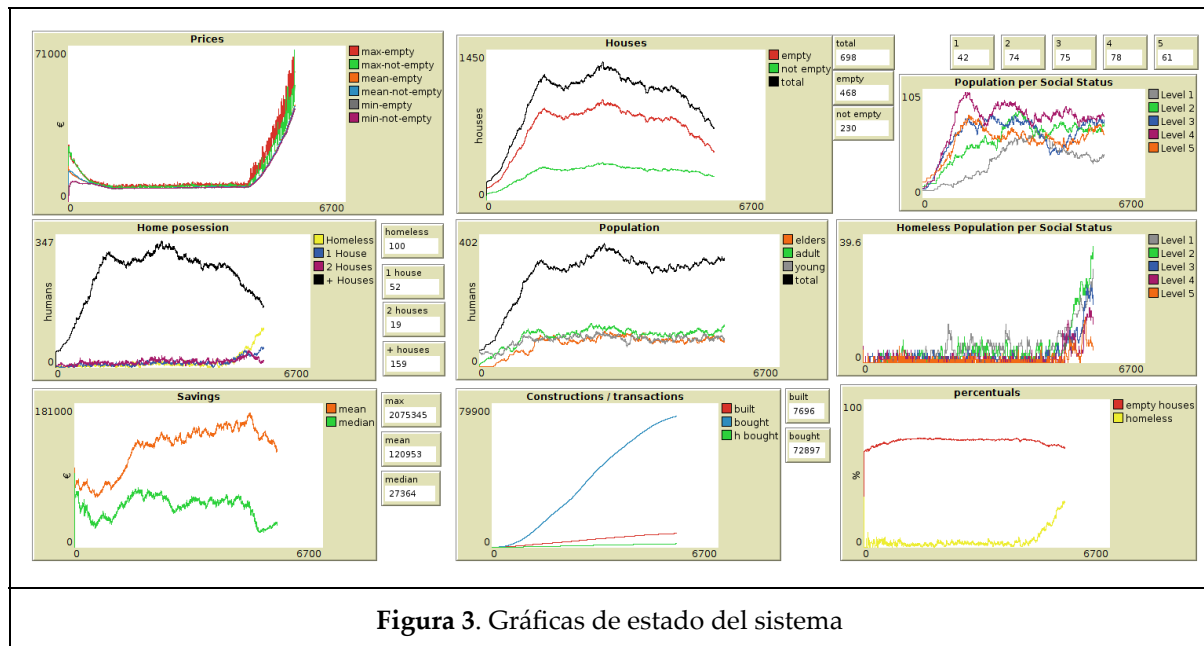


Figura 3. Gráficas de estado del sistema

Gráficas de economía

Estas gráficas monitorizan la economía de la simulación, y cómo fluctúan los precios de las casas:

- **Prices.** Se presentan los mínimos, máximos y las medias de los pisos ocupados, de los pisos que no lo están.
- **Savings.** En esta gráfica se presentan la media y la mediana calculada de los ahorros que poseen los “humanos”, además de los máximos, la media y la mediana actuales.
- **Constructions / Transactions.** Contiene las series de tres métricas sobre los mensajes procesados en el sistema: la cantidad de construcciones pedidas, las peticiones de compra de hogares y aquellas que han sido realizadas con éxito.

Gráficas de población

Estos “plots” están dedicados a mostrar estadísticas y caracterizar el comportamiento de la población:

- **Population.** Monitoriza la población activa y la clasifica en función de su edad: “jóvenes”, “adultos” y “ancianos”. Además de presentar el total de estos.
- **Population per Social Status.** Indica la cantidad de población para cada uno de los estados sociales.
- **Homeless Population per Social Status.** Cuantifica el número de personas sin hogar para cada uno de los estados sociales.

Gráficas sobre el mercado inmobiliario

Con estas gráficas podemos ver cómo progresa el número de inmuebles durante la simulación:

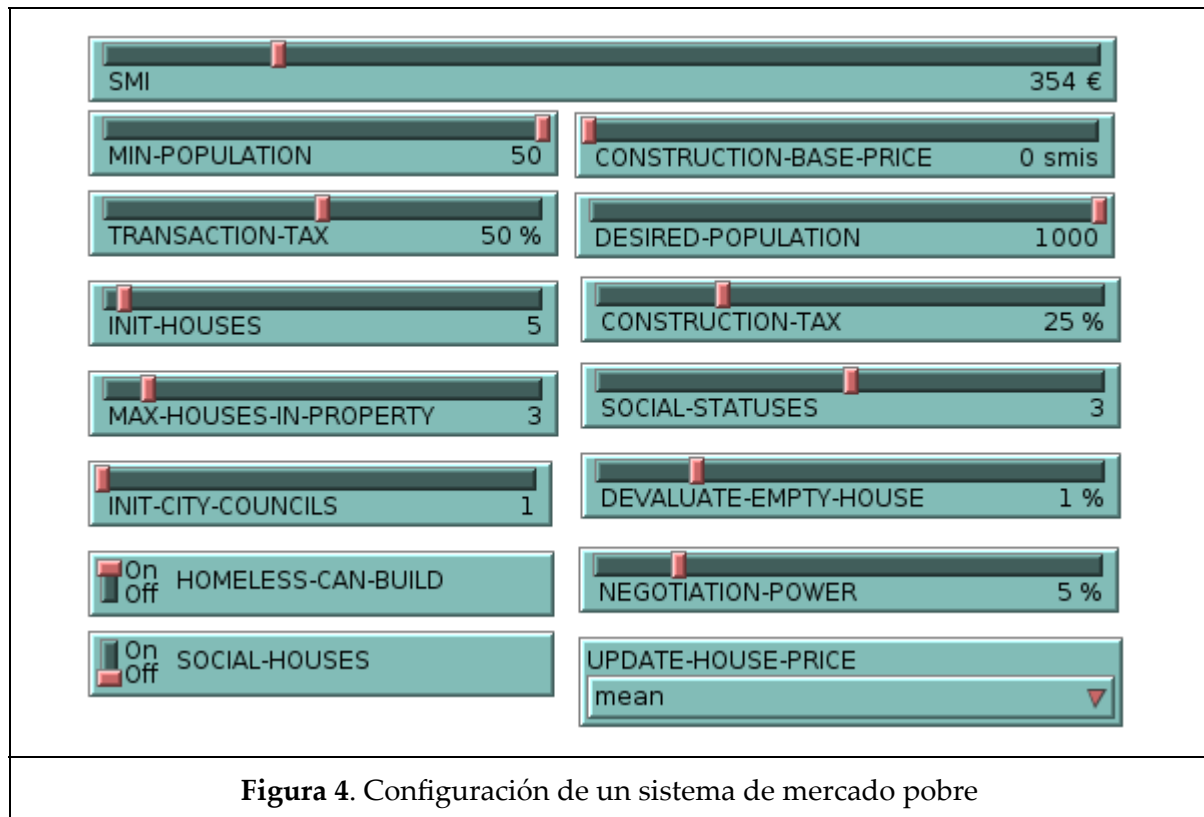
- **Houses.** Muestra la cantidad de casas totales que hay, y desglosa la cantidad en aquellas que están actualmente ocupadas de las que no.
- **Percentuals.** Esta gráfica compara la cantidad de inmuebles vacíos con la cantidad de personas sin hogar que hay en la simulación.

Análisis de la simulación

Dado que la simulación presentada cuenta con un número nada despreciable de parámetros de configuración, creemos que la mejor aproximación a analizar el sistema presentado es partir de una configuración inicial con la que podremos aprender a manejar todas estas variables, tras interactuar con ellas.

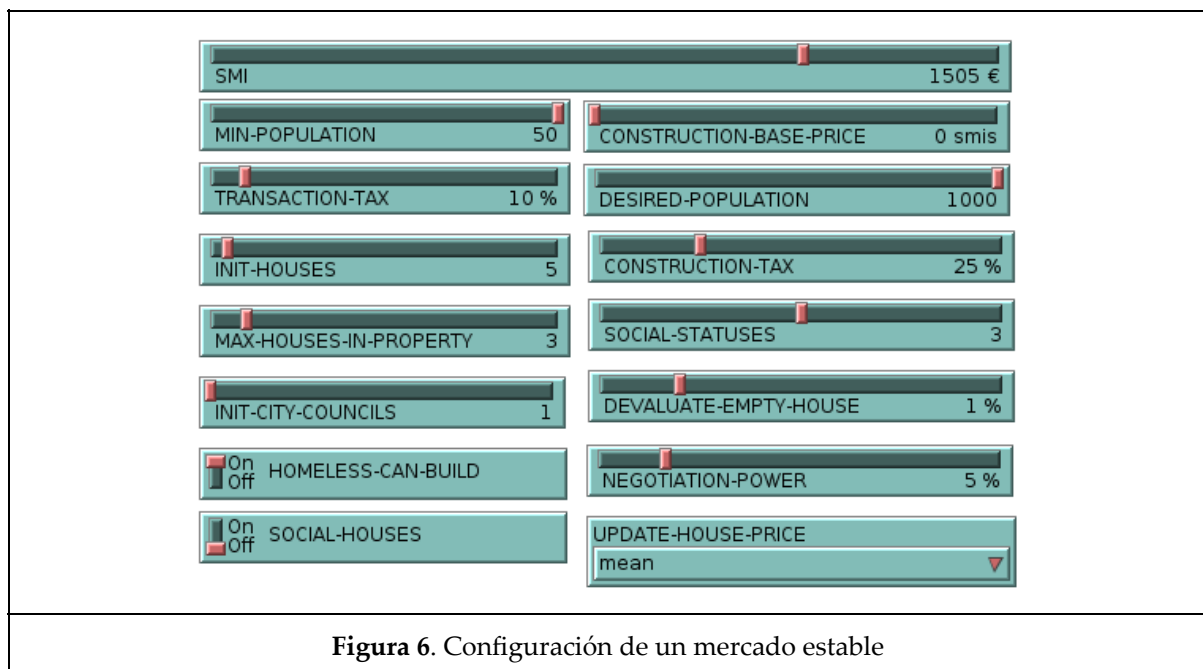
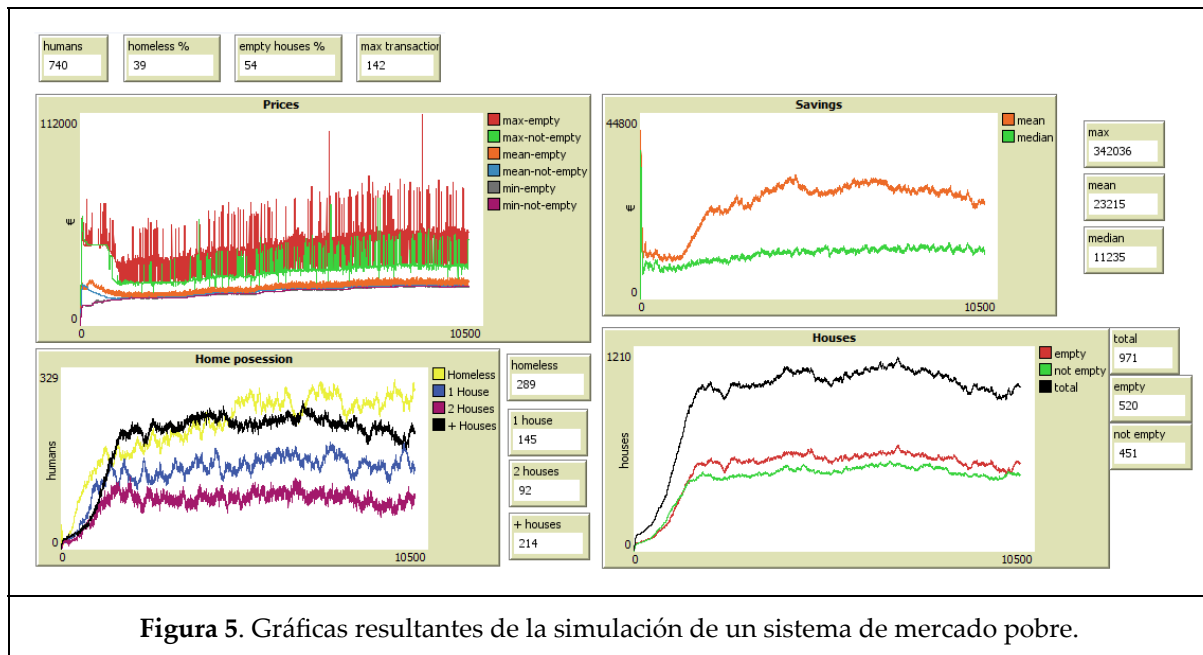
Los *sin techo*, el SMI, y las tasas de construcción y transacción

En este primer escenario de análisis se establece en las siguientes condiciones: un sistema donde los humanos tienen un salario mínimo bastante bajo, con una inflación considerablemente alta, con lo que se traduce en un IPC bastante alto, y además, los impuestos por construir no son excesivamente altos. En esta configuración, los humanos sin techo sólo podrán adquirir una casa comprandosela a otro humano que tenga más de una. Esto se traduce en la configuración que se puede ver en la siguiente figura:



El resultado que se espera si se ejecuta la simulación con esta configuración es que el sistema acabe con un porcentaje apreciable de humanos carentes de hogar, debido a que los precios de la vivienda están bastante altos por el IPC tan alto. Se ha de tener en cuenta que el precio de una casa se va actualizando cada diez ticks, y el precio de cada casa depende de las casas que hay alrededor de esta.

En la figura 5 se puede apreciar algunas de las gráficas que nos confirman las afirmaciones del párrafo anterior.

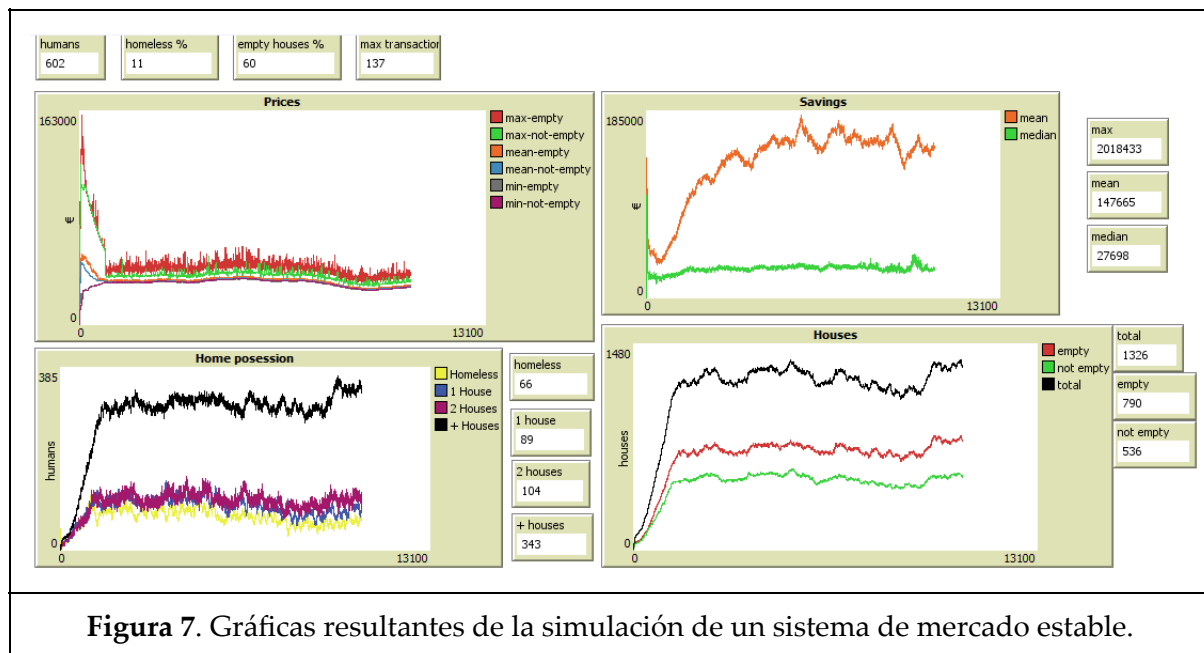


Como se puede ver en las gráficas, el precio de las casas se mantiene alto, pero su tendencia a incrementarse es muy baja. Sin embargo, este precio no es consonante a los sueldos de los humanos, como se puede ver en la gráfica de **Savings**, cuya mediana está muy por debajo de la media, que podría indicar que la proporción de humanos con ahorros bajos es mucho mayor a la proporción de humanos con ahorros altos. Como consecuencia de un precio tan elevado de las casas, el porcentaje de personas sin hogar es constantemente alto, hasta llegar a un 40%, tal como se puede ver en la gráfica **Home possession** en la figura 5.

Por otro lado, si tomamos una configuración diametralmente opuesta, i.e. un sistema donde

los humanos perciben un salario mínimo bastante alto, con un IPC bajo y un porcentaje de impuestos sobre la construcción al mismo nivel que el IPC, la intuición dicta que el porcentaje de personas sin hogar será apreciablemente más bajo, y es en parte demostrado con la siguiente figura.

El contraste con la simulación anterior es apreciable. La variabilidad de precio, que se puede ver en la gráfica **Prices**, es considerablemente más baja, y los precios se mantienen monotónicos, a pesar del precio tan alto con que comienza. Dado que los humanos cuentan con un SMI considerablemente más alto, les da la posibilidad de poder comprar más casas, y poder acumular capital. Esto permite tener un porcentaje más bajo de personas sin hogar, sin embargo, en esta simulación aún existe un número muy alto de hogares sin ocupante que esas personas no son capaces de comprar.



Las clases sociales

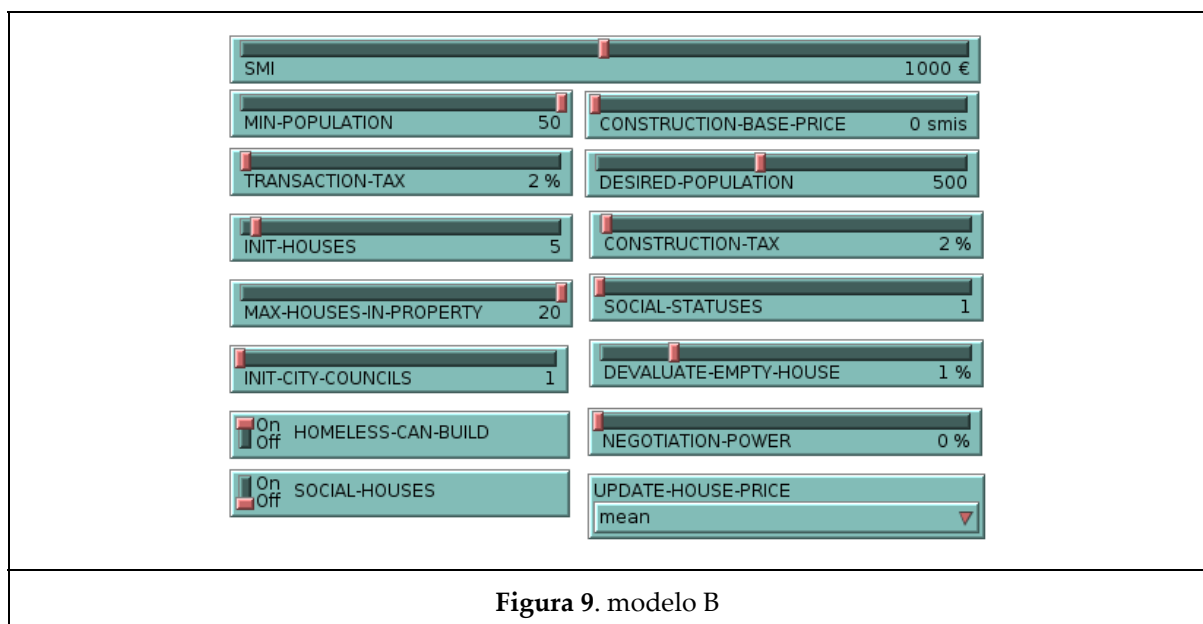
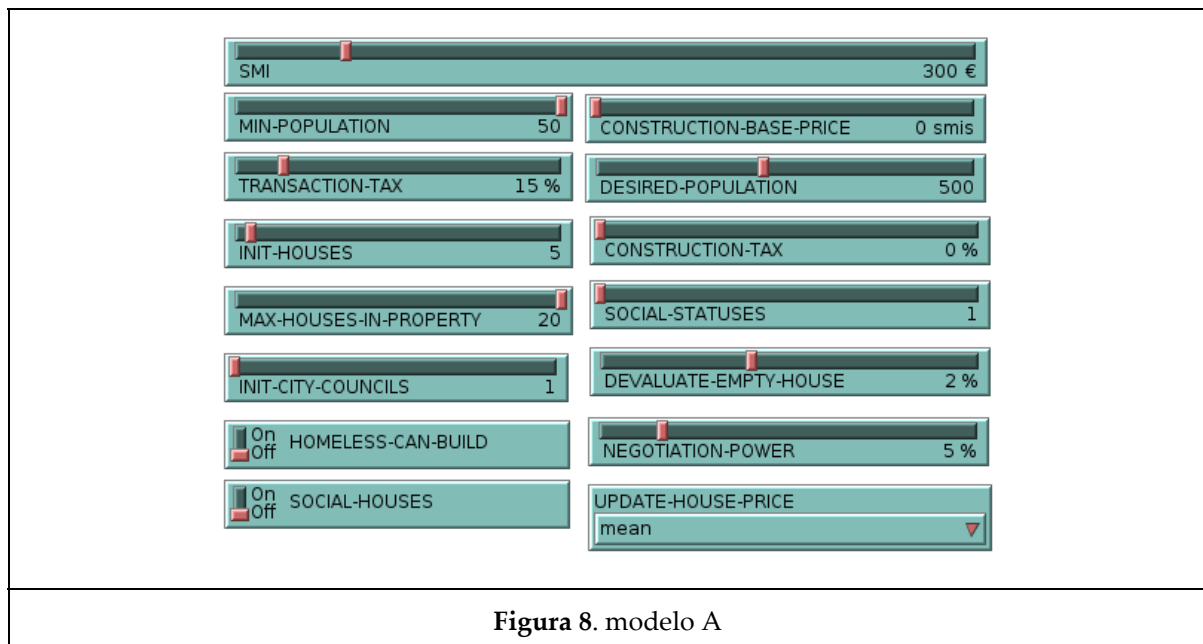
En esta prueba, estudiamos la influencia que puede tener la existencia de distintas clases sociales, 1, 2 y 5, en dos modelos diferentes A y B.

Analizaremos:

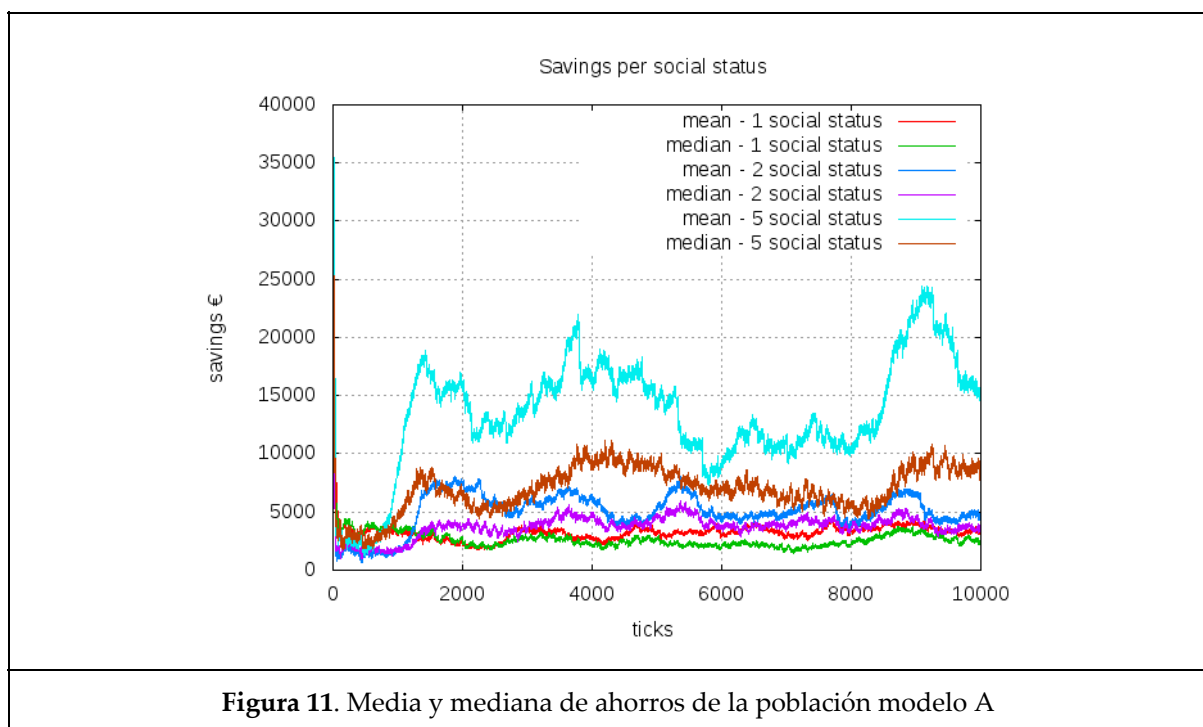
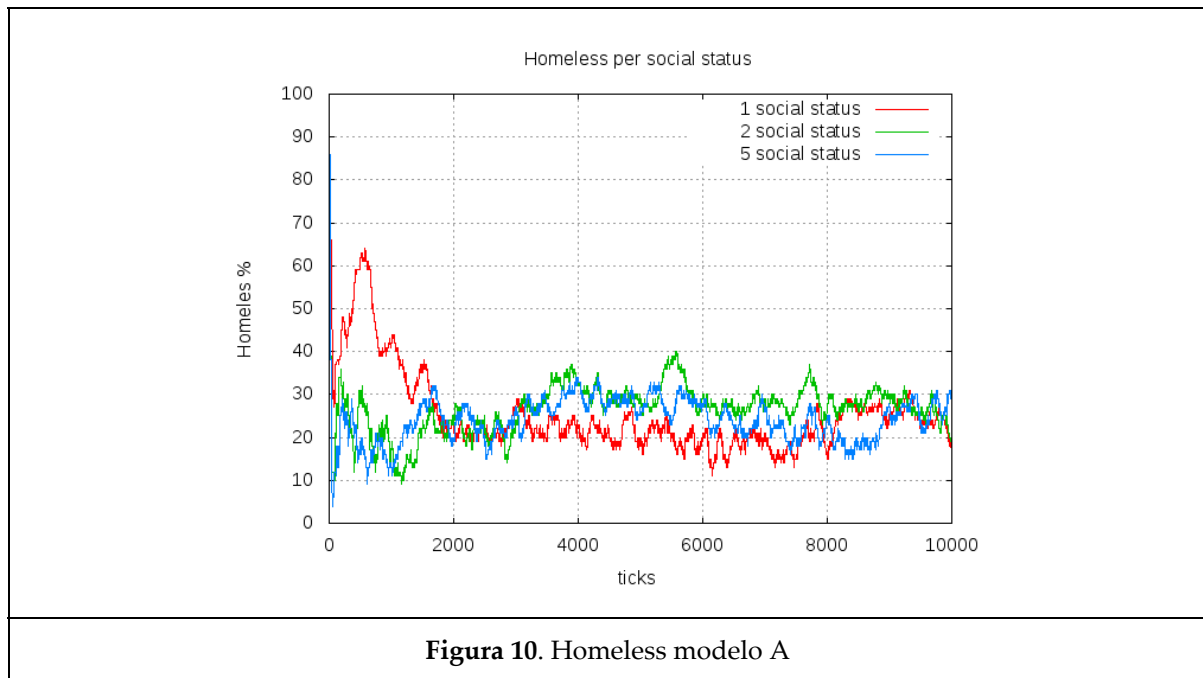
- El porcentaje de personas sin techo
- La diferencia entre la media de ahorros y la mediana
- El precio medio de la vivienda

La configuración inicial, el modelo A, con una sola clase social se muestra en la **Figura 8**. La

Figura 9 muestra el modelo B.



Tras ejecutar el modelo A durante 10000 ticks los resultados obtenidos son los siguientes.



Observamos en la Figura 10 que el porcentaje de personas sin hogar es muy similar en ambos casos, pero en la Figura 11 vemos que hay una diferencia notable en la media de ahorros cuando tenemos 5 clases sociales. Esto se produce por el hecho de que tener más clases sociales, en este modelo no significa que el dinero se reparte de forma diferente entre las clases, sino que las clase sociales más altas ganan más dinero, con lo cual la media sube, ya que hay más dinero global.

Observamos ahora las figuras 12 y 13 generadas a partir del modelo B.

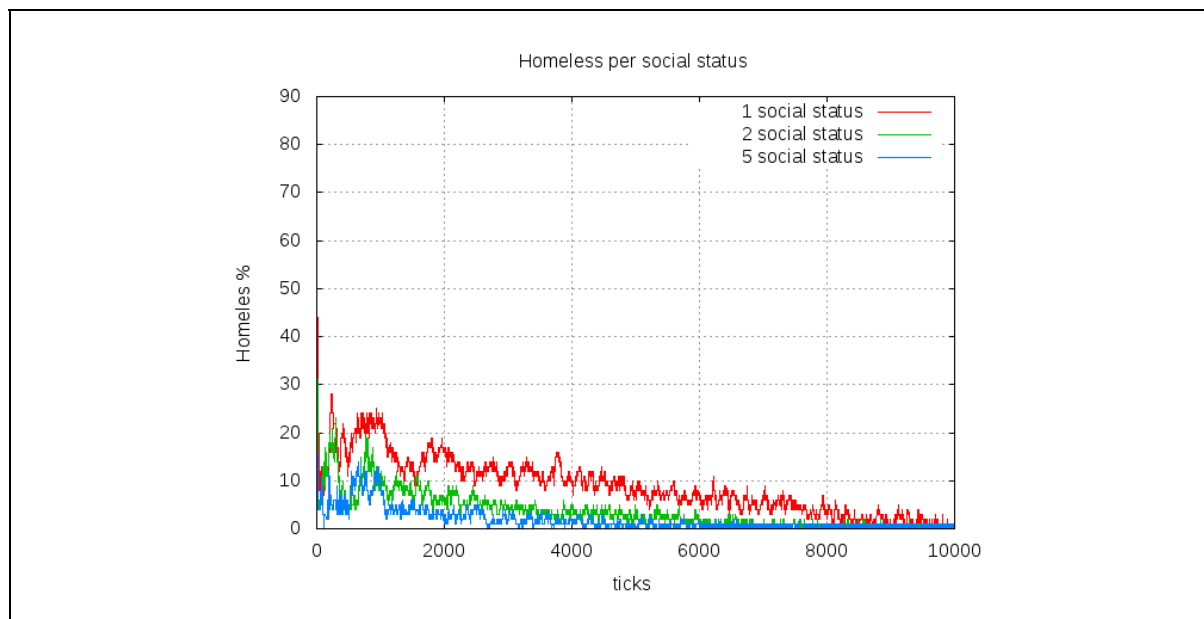


Figura 12. Homeless modelo B

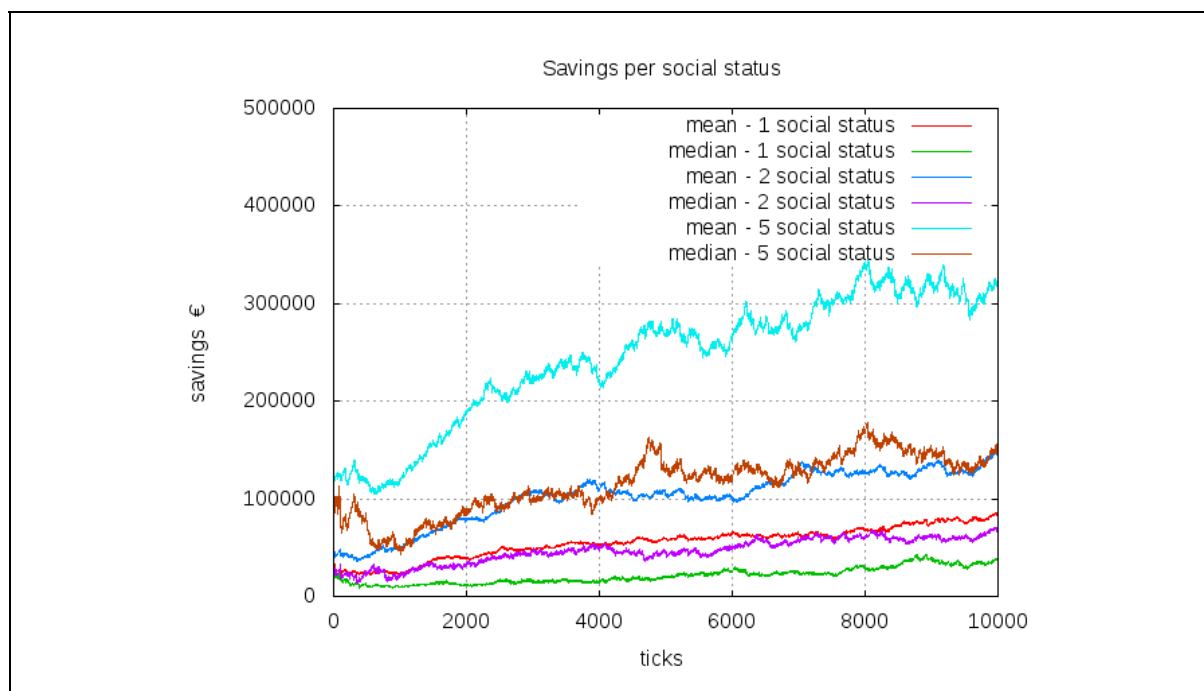


Figura 13. Media y mediana de ahorros de la población modelo B

Observamos en la Figura 12 que el número de personas sin techo desciende rápidamente hasta alcanzar prácticamente 0 en todos los casos. La Figura 13 muestra que en este caso los ahorros son mucho mayores 10 veces más altos que en el modelo A. Esta situación se entiende al observar la Figura 14, donde vemos que en el modelo A los precios se han mantenido relativamente estable pero en el modelo B los precios han ido cayendo desde un inicio lo que conduce a más ahorro y más capacidad de compra..

Que los precios caigan hasta prácticamente 0 parece ser clave para el hecho de que tengamos un número casi inexistentes de personas sin techo. Esta situación es anómala ya que en un modelo real habría que considerar que una vivienda debe tener un precio fijo de construcción.

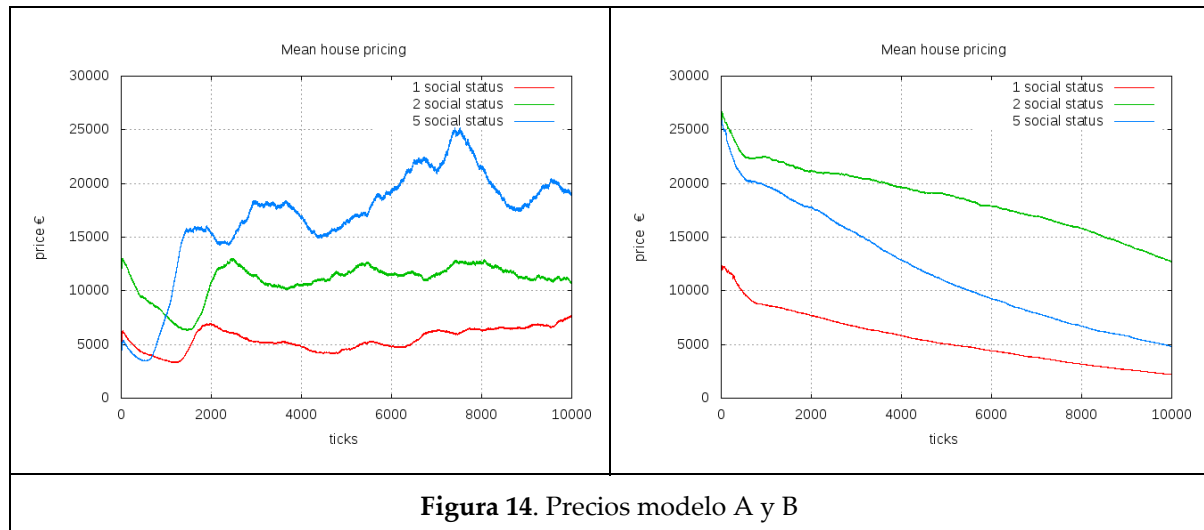


Figura 14. Precios modelo A y B

Mínimos de construcción y poder negociador

Pensamos que fijando un precio mínimo de construcción podemos simular una situación más realista, por ello se va a incluir en la siguiente prueba. Además, este caso vamos a variar el poder de la negociación de los agentes, recordamos que el poder de negociación obedece a la siguiente fórmula:

$$P = \pm s(0.01 \frac{Np}{S})$$

Figura 15. Poder de negociación donde s es el status social del negociante, p es el precio de la casa a negociar, N es la constante poder de negociación y S es la constante del número total de clases sociales

Con lo cual, cuanto más poder negociador y mayor clase social, más se puede desplazar un precio en función de si se está comprando, que produce una bajada de precio,, o vendiendo se aumenta el precio. Recordamos que el capacidad de negociación se define a partir de la fórmula expresada en la Figura 16.

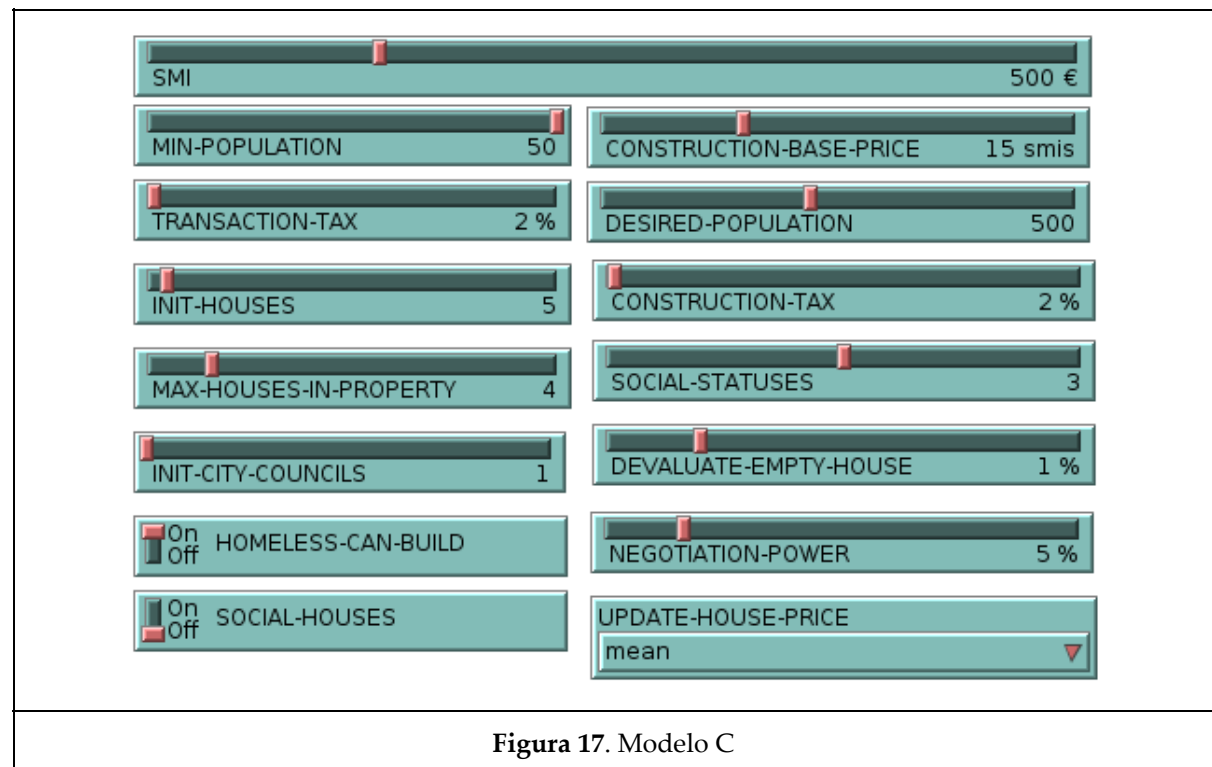
$$C = k + e$$

Figura 16. Capacidad de negociación donde K es elocuencia y e es experiencia del agente

Vamos a utilizar 2 modelos diferentes, al igual que en la prueba anterior, que reflejarán dos situaciones o entornos diferentes. La Figura 17 muestra el modelo C y la 18 el modelo D.

En esta prueba analizaremos de la misma manera:

- El porcentaje de personas sin techo
- La diferencia entre la media de ahorros y la mediana
- El precio medio de la vivienda



Marcamos diferencias entre modelos, en el C el número de propiedades inmobiliarias se sitúa en 5 y en el modelo D ampliamos hasta 20. En el C las tasas de construcción y de transacción son relativamente bajas mientras que en el D se amplían un poco. Finalmente en el C definimos hasta 3 clases sociales y en el D lo ampliamos a 5.

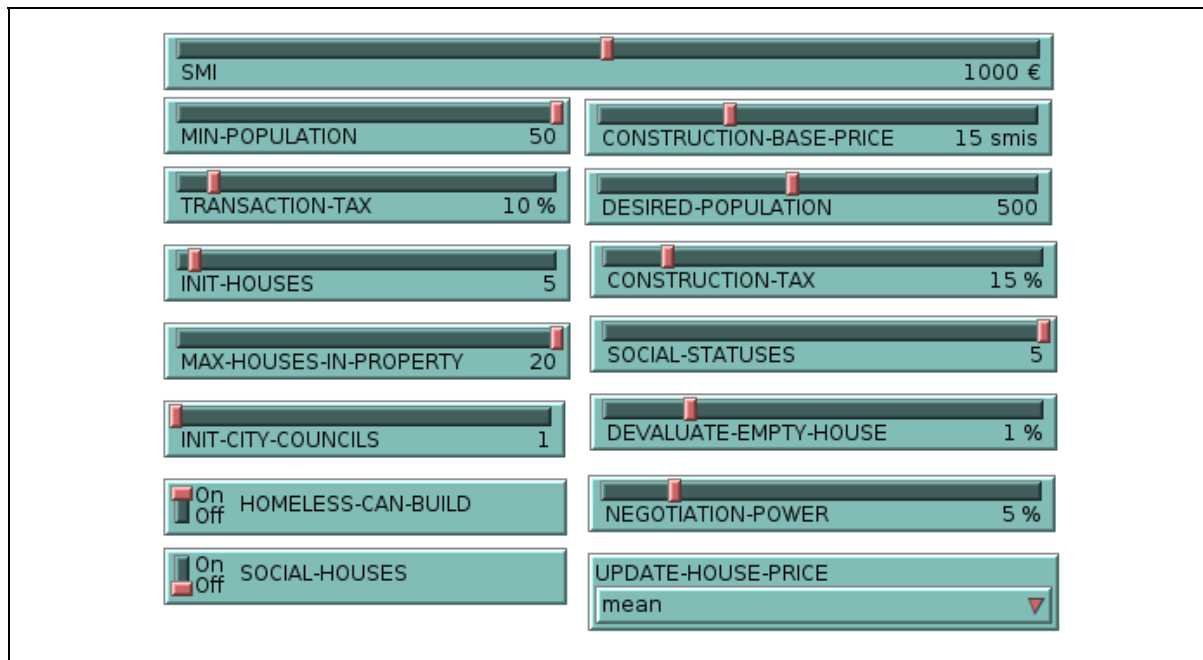


Figura 18. Modelo D

Tras realizar las pruebas durante 1000 ticks, observamos en la Figura 19 que en ningún caso el número de personas sin hogar llega a 0.

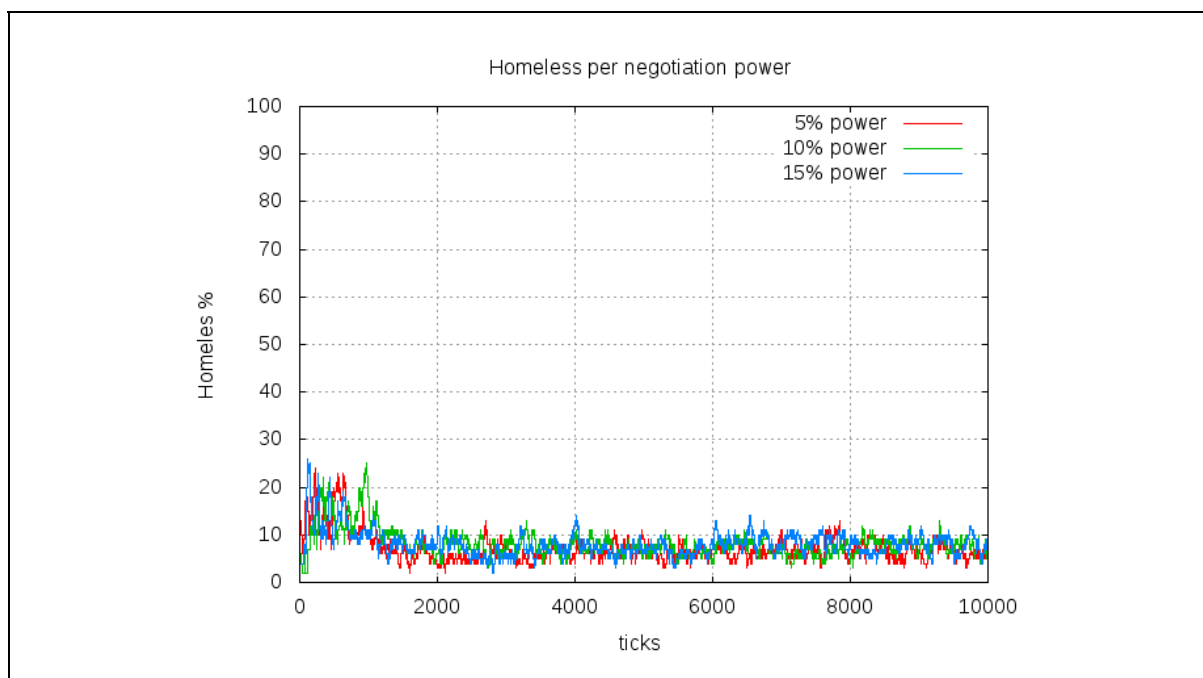
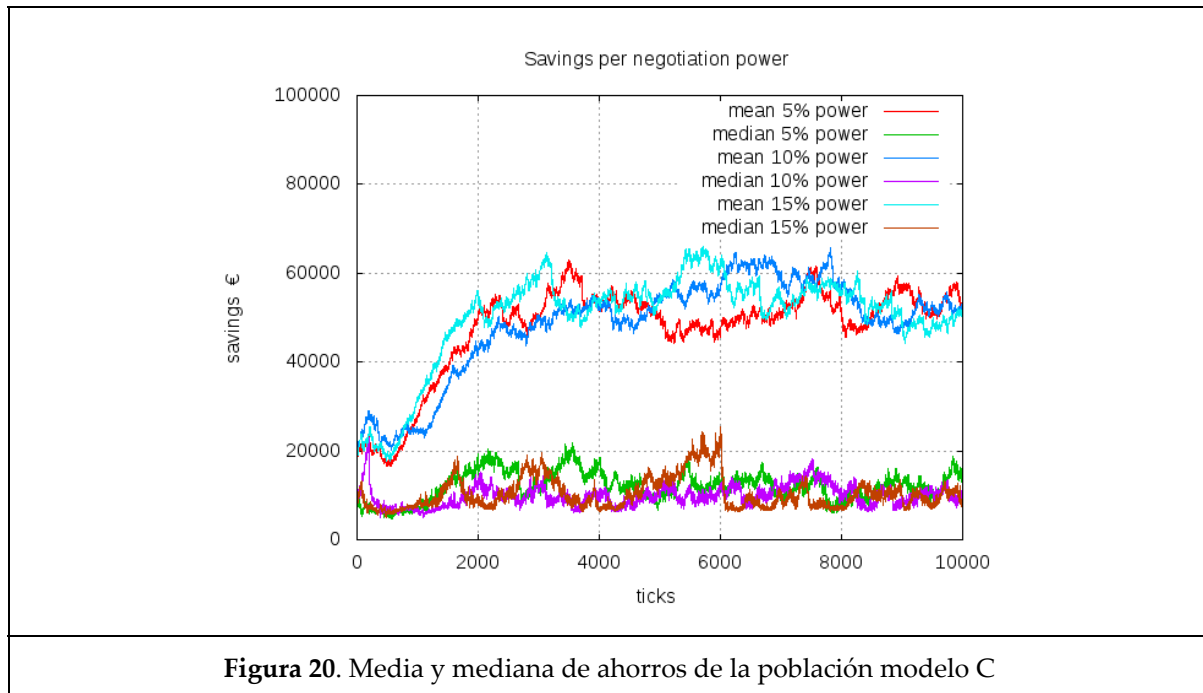


Figura 19. Homeless modelo C

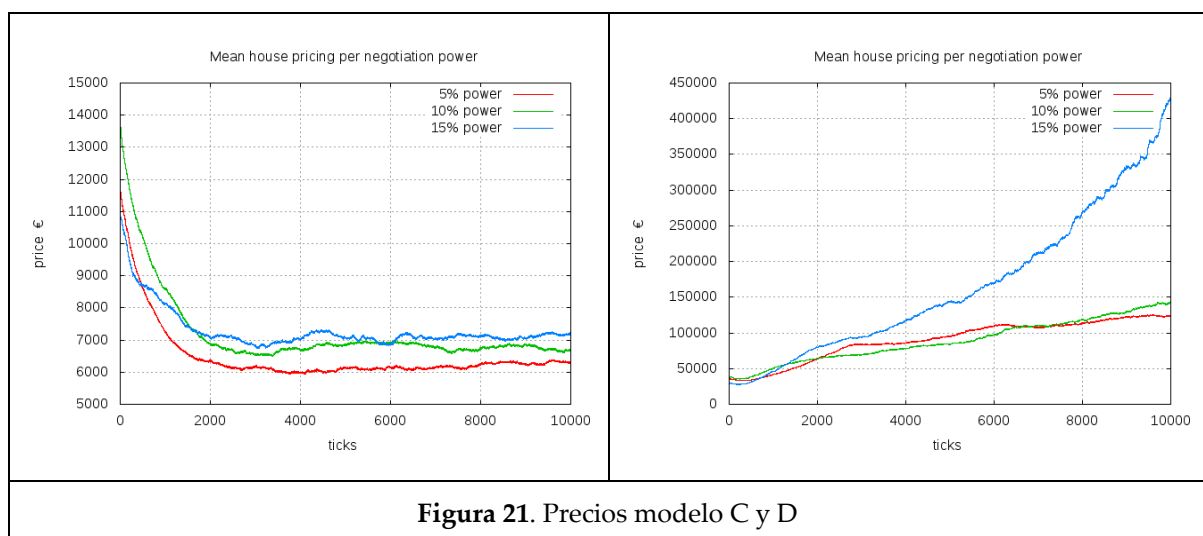
La Figura 18 muestra que no hay gran diferencia entre las tres capacidades de negociación definidas a la hora de medir los ahorros ya que las medias y las medianas en los 3 modos definidos tienden a equilibrarse en los mismos niveles, las medias arriba y las medianas

abajo, lo cual induce a pensar que hay más cantidad de personas con ahorros bajos que con altos, de lo contrario, las medianas estarían más cerca de las medias.

Analizamos esta vez los precios, en la Figura 21 y observamos que en el primer caso pese a que descenden se estabilizan en un mínimo fruto de que hemos definido un precio fijo de construcción.

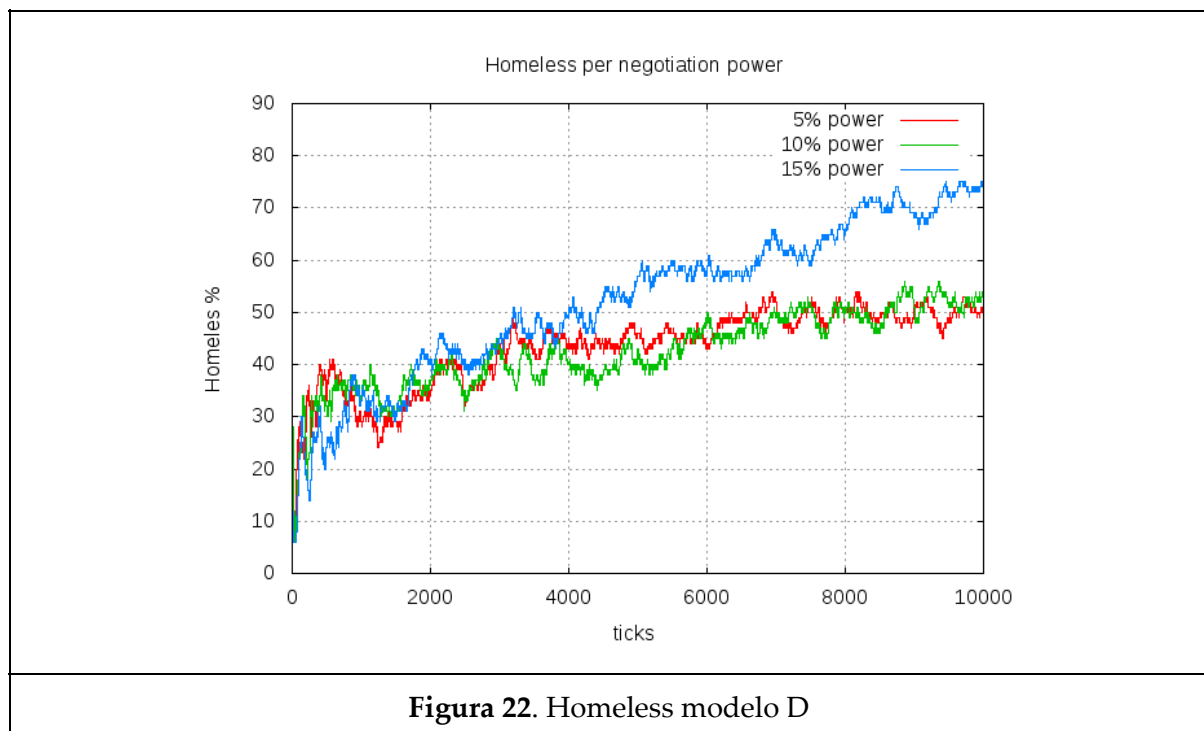


Primero observamos que en el modelo C, hay una diferencia apreciable entre los precios en función del poder de negociación, cuanto más poder de negociación más altos son los precios medios de las viviendas.



Además, el hecho de que los precios toquen fondo pero no lleguen a 0 parece indicar que es el causante de que haya un 10% aproximado de personas sin hogar, lo cual indicaría que a pesar de que son precios relativamente bajos, estos agentes no han podido alcanzar una cantidad de ahorros superior a los precios base de las viviendas.

Entramos ahora a analizar los resultados del modelo D y observamos en la figura 22 una clara diferencia de número de *sin techo* en el momento que el poder de negociación es del 15%, por encima incluso del 75%



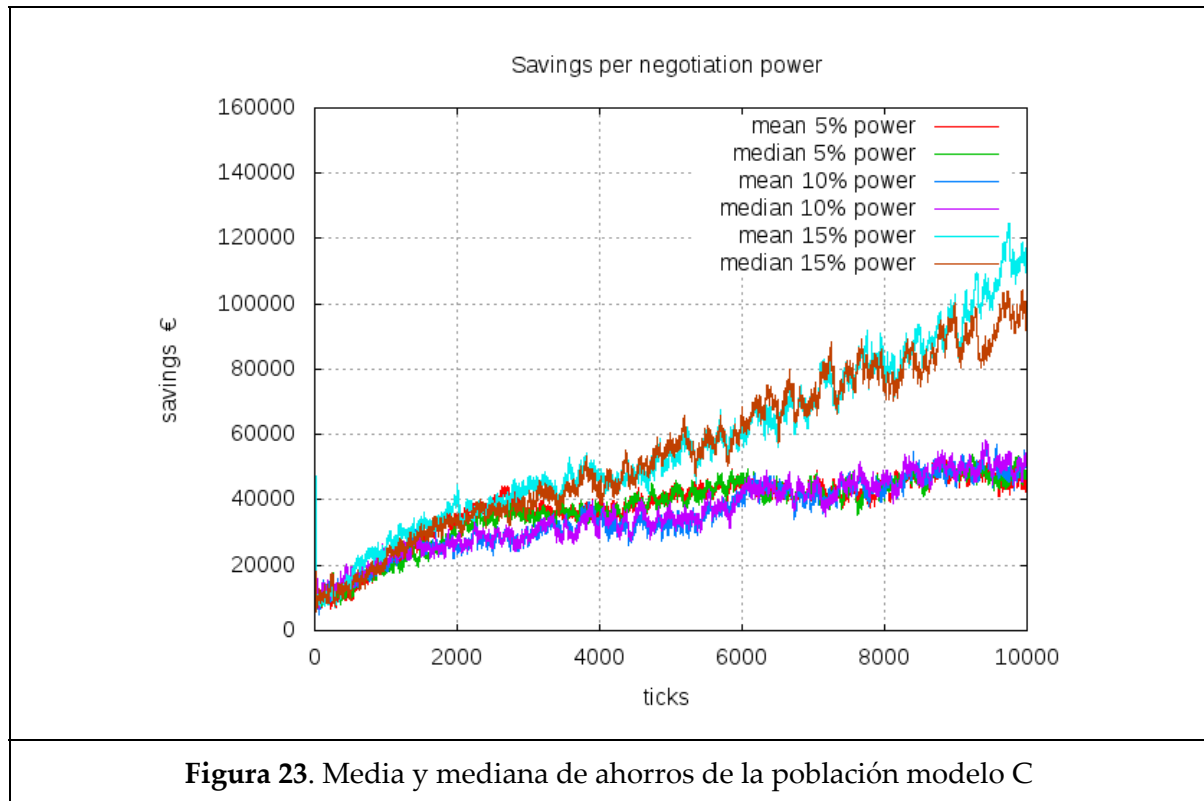
La Figura 23 muestra esta vez una curiosa y clara diferencia cuando el poder de negociación es de 15% respecto a los otros 2.

A diferencia del modelo C, donde el número de clases sociales es 3, en el modelo D el número de clases sociales es 5, pensamos que esto podría ser la causa de que en la figura 23 la media y la mediana de poder de negociación 15% están muy cerca, y son ambas muy superiores al resto, que además a su vez, son muy similares entre ellas.

Esto podría indicar que cuando hay 5 clases sociales, la riqueza está distribuida de una forma más balanceada. Esto no significa que no hayan pobres o ricos, sino tal vez, que hay la misma cantidad de ricos y de pobres. Que a su vez, en este caso, tienen más ahorros en

media y mediana que en los casos de menor poder de negociación.

Lamentablemente esto no les supone más facilidad a la hora de conseguir vivienda, ya que como vimos en la figura 22 un 75% de población está sin techo.



Volviendo a la figura 21, vemos que el precio de las casas se dispara cuando el poder de negociación es del 15%. Vemos que al final de la gráfica los precios rondan los 450.000€ mientras que los ahorros parecen situarse alrededor de los 110.000€

Entendemos, que en el modelo D, los agentes pueden tener hasta 20 casas mientras que en el C están limitados a 4. Esto supone que un agente puede realizar hasta 19 negociaciones por iteración de venta, o de compra, y hasta 10 de venta y de compra al mismo tiempo.

Estas diferencias afectan claramente en los precios de las viviendas ya que pasamos, en el caso de 5% de unos precios de 60.000€ en el modelo C a unos de 120.000€ en el modelo D. Pero además afectan de una forma desproporcionada en el momento en que el poder de negociación pasa del 10% al 15%.

Conclusiones

Complejidad en la definición del sistema

Hay que destacar que parte del reto que ha supuesto esta entrega ha sido a la hora de analizar un sistema inmobiliario real y tratar de formalizarlo para poder simularlo. Es obvio que hay una cantidad ingente de parámetros a considerar, y que en el diseño presentado, el ejercicio de tener que plantear qué parámetros parecen los más relevantes o abstraen mejor la capacidad de condicionar la ejecución de la simulación hacia algo que considerábamos "real" ha llevado una cantidad considerable de esfuerzo.

Incluso plantear qué sistema de negociación queríamos simular supuso un coste importante. Se necesitan unos conocimientos, no solamente de la interacción entre los distintos agentes, sino del contexto en sí en el que se desarrolla cada interacción y de qué manera se desarrolla en dicho contexto, para llegar a concluir en una serie de parámetros y definición de reglas formales que se adecuan a comportamientos del sistema que modelamos con las métricas que visualizamos en las gráficas.

Se ha podido llegar a plantear distintos escenarios de estados sociales en el mercado inmobiliario, donde podemos modelar el progreso en el tiempo de dicho sistema y ver, que en función de algunas casuísticas nuevas que introducimos, podemos evaluar la bondad de dichos cambios en la simulación.

Posibilidades a futuro

Actualmente, la variabilidad del sistema cuenta con las negociaciones que los humanos hacen entre sí, y no contamos con factores externos que sean capaces de aplicar cambios no esperados por los humanos. El precio de las casas está sujeto a la capacidad de compra y venta de los humanos, y de cómo se haya establecido el estado inicial de la simulación para ver cómo progresará y cómo influirá sobre el número de personas sin hogar que existirá durante la simulación.

Sin embargo, algunos de los parámetros del sistema, como por ejemplo **UPDATE-HOUSE-PRICE** o **DEVALUATE-EMPTY-HOUSE**, configurados de manera puntual en ciertos ticks, nos permitirían simular ciertos sucesos en el entorno, como desastres o repercusiones directas del precio del inmueble, que afectaría de manera

inesperada a la simulación y daría la posibilidad de observar el comportamiento de los agentes tras dichas simulaciones.

Otra característica que tampoco hemos tenido en cuenta es el hecho de que el suelo tuviera un precio, y estuviera sujeto al ayuntamiento al que perteneciera. Inicialmente, se había planteado que hubiera varios ayuntamientos, sin embargo, esto añadía ciertos grados de complejidad en la implementación de la simulación.

Otro factor a considerar podría ser la inclusión de diferentes roles entre los agentes, ya que ahora mismo todos plantean compras y aceptan ventas, pero podrían definirse roles de compradores/vendedores, mono-compradores, constructores... que añadiría más variedad al conjunto, y daría la posibilidad de un estudio de concreto de cómo afecta el comportamiento de unos roles a otros.