

SIMULACIÓN DE REDES SOCIALES COMO FUENTE DE OPINIÓN PÚBLICA

Idalia Flores
Miguel Mújica

1. Introducción

Una simulación por computadora es un intento de modelar una situación de la vida real o hipotética para que pueda ser estudiada y observar cómo se comporta el sistema. En términos más prácticos, la simulación puede ser utilizada para pronosticar el comportamiento futuro de un sistema y determinar qué podemos hacer para influir en tal comportamiento. A fin de analizar, estudiar y mejorar algún sistema utilizando las técnicas de simulación digital es necesario primero desarrollar un modelo conceptual que describa la dinámica de interés, y después codificarlo en un simulador con el fin de poder analizar los resultados.

Históricamente, la simulación es muy antigua, ya que es inherente al proceso de aprendizaje de los seres humanos, tal y como se observa en los juegos de los niños mismos que se pueden considerar una simulación del mundo real. Por otra parte, la simulación digital es reciente ya que para ser capaces de entender la realidad y toda la complejidad que un sistema puede implicar ha sido necesario construir objetos artificiales y experimentar dinámicamente con ellos antes de interactuar con el sistema real. La simulación digital puede ser vista como el equivalente electrónico de éste tipo de experimentación.

Recientemente éstas técnicas han adquirido cada vez más relevancia en la solución de distintos tipos de problemas prácticos; es usual encontrar aplicaciones en campos como la ingeniería, economía, medicina y ciencias biológicas, así como la ecología y las ciencias sociales. De hecho, la enseñanza en el desarrollo de modelos matemáticos y su ejecución en simuladores digitales está presente en diversos programas universitarios.

2. Definición de simulación

¿Qué es la simulación? Una definición intuitiva puede ser esta: simular, representar, fingir, actuar. En la ciencia, la industria y la educación no es algo distinto: la simulación es una técnica de investigación o enseñanza que reproduce en forma semejante o aproximada los eventos reales y los procesa con ciertas condiciones de prueba, definidas con anterioridad. Desarrollar simulaciones de este tipo requiere de procesos matemáticos, que en algunos casos son complejos. Inicialmente debe especificarse un conjunto de reglas, relaciones y procedimientos operativos. La interacción de estos fenómenos crea nuevas situaciones o reglas que evolucionan al desarrollarse la simulación.

La forma de implementar la simulación va desde objetos muy sencillos como papel y lápiz, hasta sofisticadas representaciones en computadora, con sistemas interactivos de entornos casi reales. El origen moderno de la palabra “simulación” se remonta al trabajo de John Von Newman y Stanislaw Ulam, a finales de 1940, cuando construyeron el término “Análisis de Monte Carlo”, aplicado a una técnica matemática utilizada para resolver problemas nucleares que eran, o muy caros para una solución experimental, o demasiado complicados para un

tratamiento analítico. Históricamente, el término *Monte Carlo* fue un nombre en código usado en la Segunda Guerra Mundial para cálculos secretos que se realizaban con el fin de predecir el flujo de neutrones en una bomba atómica. El flujo de millones de neutrones siguiendo caminos aleatorios a través de una masa de moléculas de uranio sólo puede ser modelado en una computadora, no es posible pronosticarlo de manera teórica. Como los caminos de los neutrones varían al azar y como la construcción de la bomba atómica era una gigantesca apuesta, se dio a los cálculos el nombre en código de Monte Carlo, capital del principado de Mónaco, centro mundial de las apuestas.

Con el advenimiento de las computadoras en los años cincuenta, la simulación toma un nuevo significado, pues se hace posible experimentar con modelos matemáticos que representan un sistema en ellas. Esto resuelve rápidamente problemas cuya solución de manera manual llevaría mucho tiempo. Por primera vez los científicos de áreas sociales y administrativas encontraron que, como los técnicos, también podían realizar experimentos de laboratorio controlados. Se desencadenaron entonces una serie de nuevas aplicaciones en todos los campos. Una definición actual y adecuada de simulación puede ser la siguiente: La simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital haciendo uso de gráficos, animación y otros dispositivos tecnológicos, lo cual involucra ciertos tipos de modelos matemáticos y lógicos, que describen el comportamiento de un sistema (o algún componente de éste) durante un cierto tiempo.

3. *Cuándo usar la simulación*

La simulación es una de las técnicas administrativas más frecuentemente usadas y todo parece indicar que su popularidad va en aumento. Para analizar las razones de su uso es interesante explorar las alternativas existentes a la simulación, es decir, los diferentes métodos que pueden usarse para resolver el mismo problema:

1. Uso de algún otro tipo de modelo matemático de tipo analítico;
2. Experimentación directa con el modelo real o con un prototipo de éste;
3. Uso de la experimentación y la intuición.

La figura 1 muestra un diagrama de decisión para el uso de modelos.

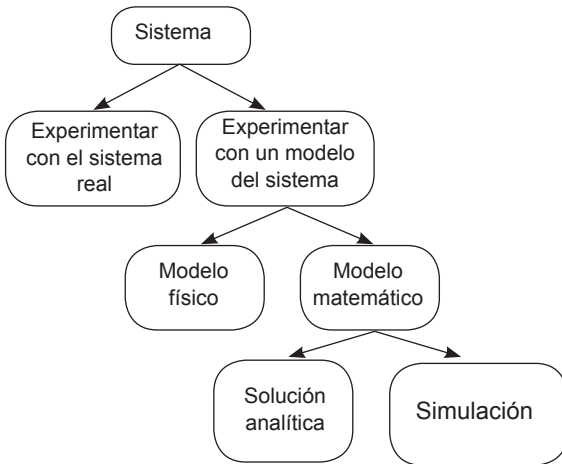


Figura 1. Diagrama del uso de modelos

En la mayoría de los casos, la simulación se usa cuando las alternativas matemáticas son pobres, esto es cuando representa el “último recurso”; algo así como “cuando todo falle, use la simulación”.

En realidad, si la solución analítica es relativamente sencilla, siempre será preferible, ya que se considera al modelo general. Sin embargo, el problema está en que existen muchos sistemas que no generan problemas sencillos de resolver; en este caso se recurre a la simulación. Por ejemplo, las largas filas o líneas de espera que involucran procesos aleatorios distribuidos en una serie de componentes del sistema, los modelos de inventarios, de recursos compartidos, de pronósticos de series de tiempo, de comportamientos económicos, esquemas de producción, movimiento de vehículos, dinámicas de cruceros viales, etcétera.

Otra ventaja de la simulación es que se puede experimentar sin exponer a la organización a los perjuicios de errores en el mundo real. Por ejemplo, algunos bancos han cambiado su sistema de filas múltiples a fila única sin necesidad de experimentar con los clientes, ya que esto puede tener consecuencias desagradables si no funciona como se espera.

Por otro lado, es más sencillo controlar condiciones experimentales en un modelo de simulación que en un sistema real. Podemos pensar en un modelo de un crucero vial, donde puedan analizarse diferentes sincronizaciones de semáforos sin afectar a los elementos reales, lo cual tendría un costo excesivo, que podría llegar hasta el invaluable de una vida humana.

En un modelo de simulación es posible comprimir largos periodos de tiempo y analizar el comportamiento en forma inmediata. Podemos visualizar cómo será la población dentro de 30 años y si los servicios de transporte serán suficientes para satisfacerla.

Por supuesto, hay casos en los que el sistema que se quiere analizar ni siquiera existe, de modo que lo ideal será usar la simulación o algún método de tipo cualitativo. Esta no reemplaza a otras formas de experimentación ni al juicio subjetivo, pero es una solución alternativa conveniente.

La experiencia y la intuición, así como el profundo conocimiento de los fenómenos, deberán ser ingredientes constantes para el éxito de los modelos de simulación.

4. Simulación basada en agentes

La simulación que usa modelos con base en agentes es un enfoque relativamente nuevo para modelar sistemas complejos compuestos por elementos autónomos que interactúan. Los agentes tienen comportamientos que a menudo se describen por reglas simples y tienen interacciones con otros agentes que influyen en su comportamiento. A través de modelar agentes de manera individual los efectos completos de la diversidad que hay entre ellos y sus atributos y comportamientos se pueden observar como fuentes del comportamiento de todo el sistema. A través de configurar el sistema de abajo hacia arriba, agente por agente e interacción por interacción, la autoorganización se puede observar en tales modelos. Debido a tales interacciones, a pesar de no haber sido programados de manera explícita surgen comportamientos y estructuras. El énfasis en modelar la heterogeneidad de los agentes en la población y el surgimiento de la autoorganización son dos puntos clave de la simulación basada en agentes en comparación con otras técnicas de simulación como la basada en eventos discretos y las dinámicas de sistemas. La simulación basada en agentes es una manera de modelar sistemas sociales compuestos por agentes que interactúan e influyen

unos en los otros, aprenden de sus experiencias y adaptan sus comportamientos para estar más adaptados a su entorno.

La siguiente sección presenta algunas partes de un modelo de espacio abierto que se ha implementado en NetLogo para ser utilizado como parte del módulo que simula el comportamiento de las sociedades en las políticas particulares.

5. Ambiente NetLogo para modelar asuntos públicos

NetLogo es un ambiente de simulación que se ha usado ampliamente en el medio académico no sólo con propósitos de enseñanza sino también de investigación⁹⁹.

NetLogo es un ambiente de programación de modelos basado en agentes construido con el lenguaje de programación JAVA creado por Uri Wilensky. Los agentes son entidades que siguen instrucciones. Hay cuatro tipos de agentes:

- Tortugas: Son agentes que se mueven por todo el ambiente NetLogo.
- Parches: El mundo es bidimensional y está dividido en una rejilla de parches. Cada parche es una pieza cuadrada de “tierra” donde las tortugas se pueden mover.
- Ligas: Son agentes que conectan a dos tortugas. Las ligas pueden estar dirigidas (de una tortuga a otra) o no dirigidas (una tortuga con otra).
- El observador: El observador no tiene un lugar asignado –puede imaginarse que está observando sobre el mundo de

⁹⁹ Romus-Catalin, *Agent-based Computational Social Sciences using NetLogo: Theory and Applications* (Lambert Academic Publishing, 2011).

Tortugas, ligas y parches. En general, puede decirse que el observador es quien desarrolla y prueba instrucciones sobre el ambiente desarrollado para verificar el comportamiento de diferentes agentes. A continuación se da un ejemplo de la aplicación de Netlogo a un caso de aplicación.

El modelo representa una vieja industria situada en un pueblo que durante las últimas décadas se ha rodeado de casas residenciales y, debido a varios factores económicos y sociales, se ha trasladado a una zona industrial. Se busca evaluar diferentes opciones para la celda que representa la tierra (de acuerdo al diseño de Netlogo) en la que se colocó esta industria desde una perspectiva social y económica.

Los actores principales que se deben modelar para predecir la aceptabilidad y posible cambio de determinados terrenos son:

1. Conjunto de políticas de uso de la tierra: Para cada entidad-tierra el conjunto de cambios aceptables tierra debe ser descrito como una política. En la tabla siguiente se describen un conjunto aceptable de cambios de uso de la tierra para este problema en particular.

Tabla 1: Políticas diferentes para uso de la tierra

Política 1	Industria —→ Parque verde
Política 2	Industria —→ Instalación: Escuela
Política 3	Industria —→ Instalación: Salud
Política 4	Industria —→ Instalación: Área de recreo
Política 5	Industria —→ Instalación: transporte intermodal
Política 6	Industria —→ Área comercial
Política 7	Industria —→ Área residencial
Política 8	Industria —→ Área de negocios

Cada política se describe de acuerdo con su aceptabilidad por un cierto perfil de los ciudadanos. Por lo tanto, teniendo en cuenta la política 1, su aceptabilidad puede ser fomentada por:

- Las personas de edad avanzada: Los residentes de más de 65 años de edad (jubilados) con unas condiciones aceptables de salud (movilidad) podrían ser usuarios de una zona verde cercana a sus hogares.
- Familias residentes: Los padres con niños pequeños podrían ser usuarios de una zona verde durante los fines de semana o después de las horas escolares. La zona verde se encuentra cerca de sus casas o cerca de la escuela.
- Personas desempleadas: Los parques son frecuentados por personas que no tienen trabajo.
- Los dueños de un café: Los cafés y bares suelen ser situados cerca de una pequeña zona verde con el fin de aumentar la cantidad de clientes.

Hay otros aspectos que pueden afectar a dichas reglas, tales como las condiciones meteorológicas (zona lluviosa por ejemplo), las condiciones de seguridad en la zona de vecindad, la accesibilidad, la cantidad de áreas verdes situadas cerca de la zona propuesta, etc. Algunos de estos aspectos merecen modelarse como condiciones de contorno que se pueden ver como predicciones que consiguen cambiar en un lapso de un año. El modelo propuesto permite una descripción de política abierta, lo que influye en parámetros de peso que alcanzan a depender de las condiciones de frontera, que también pueden ser descritos por los usuarios finales.

2. Conjunto de ciudadanos: los cambios de uso de la tierra aparecen debido a las necesidades de los seres humanos. Por lo

general, las necesidades de los ciudadanos se pueden describir como una combinación de sus exigencias sociales, económicas y ambientales. Las políticas urbanas se describirán en FUPOL (modelado de la política futura) teniendo en cuenta los efectos en las carencias de los ciudadanos (es decir, su aceptabilidad), estos deben facilitar toda la información y los datos para predecir cómo una política urbana cumpliría sus preferencias.

Después de que se han establecido las relaciones causales usando modelos llamados Redes de Petri, se observa lo siguiente:

El modelo causal para el uso del suelo se basa principalmente en el comportamiento de tres distintos agentes:

—Ciudadanos: Este agente permite la evaluación de los beneficios y la escasez de las diferentes políticas propuestas de acuerdo a las necesidades previstas de cada ciudadano. Todos los ciudadanos son modelados como agentes de tortuga en NetLogo

—Recursos urbanos: Una ciudad o el área urbana en estudio está representada por una cuadrícula de datos discretos de pequeñas zonas, cada una identificada por una referencia a un lugar determinado (es decir, georeferenciada), y por una funcionalidad. Por lo tanto, un área se puede caracterizar por la infraestructura y los recursos desplegados, como por ejemplo: una escuela (1), un centro de salud (2), una zona verde (3), servicio de transporte (4), área recreativa o un centro comercial (5), una zona residencial (6) o un área de negocios (7). Todas las áreas o zonas se modelan como agentes parche en NetLogo

—Interacciones: Los ciudadanos pueden interactuar con otros ciudadanos con base en:

—Relación de proximidad: Son vecinos y casualmente pueden compartir su opinión con respecto a ciertas políticas que puedan afectar a la puntuación inicial de cada política.

—Relación de afinidad: Los ciudadanos que viven en las

diferentes áreas comparten algunas características que les permiten por medio de la interacción física o a través de redes informáticas sociales compartir sus opiniones con respecto a las políticas. Todas las interacciones se modelan como agentes de enlace en NetLogo.

—Información global: Hay algunos datos que no se pueden representar a través de los agentes, sino que especifican las condiciones globales de frontera, información del contexto de un escenario, o hipótesis de un experimento. En este modelo de espacio abierto, se han configurado 4 constantes para evaluar las diferentes políticas para un área de espacio abierto.

- DISF: La distancia máxima promedio que por lo general puede caminar una familia con niños de su residencia a un parque verde.
- Dise: La distancia máxima promedio que por lo general puede caminar las personas mayores a un parque verde.
- Xp, Yp: Especifica la ubicación espacial de área abierta en estudio.
- La información global se formaliza mediante variables globales en NetLogo.

En la figura siguiente se ilustra el modelo de NetLogo ejecutarán conforme a los modelos desarrollados usando Redes de Petri coloreadas. Hay algunos botones que permitan al usuario probar diferentes configuraciones para el mismo modelo. La célula magenta representa la cuadrícula espacio abierto bajo estudio.

El simulador también permite determinar qué tipo de relación es posible permitir entre los agentes que participan en el sistema (por ejemplo, proximidad o afinidad). Los principales resultados que se pueden obtener a partir del simulador son los pesos de las

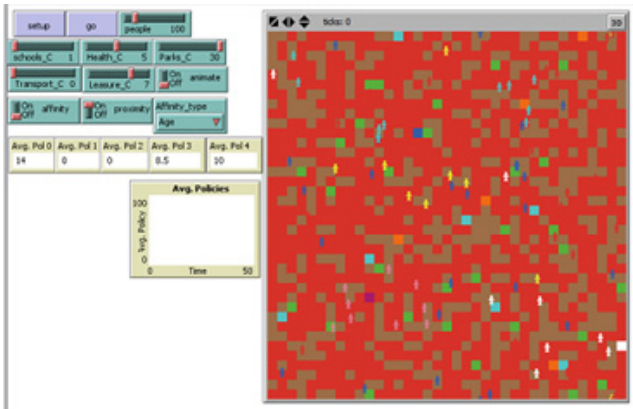


Figura 2. El simulador Netlogo.

políticas públicas que resulten más atractivas para los agentes generales en el modelo (es decir, la población).

6. El proyecto FUPOL y las redes sociales

FUPOL (modelaje de la política futura) apunta a un enfoque completamente nuevo hacia la política tradicional. Las principales innovaciones como la computación multicanal social y multiplicidad de abastecimiento cambiarán la manera en que los políticos se comuniquen con los ciudadanos y las empresas para tomar decisiones. El sistema será capaz de recoger automáticamente opiniones expresadas a gran escala a través de las redes sociales en internet, además de analizarlas e interpretarlas. Esto permitirá a los gobiernos lograr una mejor comprensión de las necesidades de los ciudadanos y, del mismo modo, el software que se usa tendrá la capacidad de simular los efectos de las políticas y leyes, y de esta manera ayuda a los gobiernos ciudadanos en

el proceso de diseño de políticas públicas generales.

Por lo tanto, el proyecto propone un modelo integral de nuevas formas de gobernar y apoyar el diseño de políticas públicas y la implementación del ciclo de vida. Las innovaciones son impulsadas por la demanda de los ciudadanos y los responsables políticos para apoyar a los ámbitos de la política en las regiones urbanas con tecnologías adecuadas de TIC (tecnologías de la información y de la comunicación). Se centrará en ámbitos como el desarrollo sostenible, el uso de la tierra, la planificación urbana, la exclusión urbana y la migración.

El proyecto FUPOL tiene como objetivo una mejor manera de fomentar la participación electrónica a través del uso de varias herramientas y las redes sociales. La herramienta de diseño hará que los ciudadanos participen en el proceso de toma de decisiones de una manera más activa. El modelado y la simulación de la actividad social es un módulo del proyecto, que se encarga de desarrollar sistemas multiagentes capaces de simular los diferentes actores que participan en el proceso político. Con el fin de determinar el comportamiento de los ciudadanos en forma clara y formal, para lo cual se usó el formalismo de redes de Petri coloreadas para regir la conducta de los agentes. Esto con la finalidad de permitir una mejor comprensión de las relaciones causales presentes en los sistemas y, en particular, en un proceso político que permita la simulación de sus dominios, teniendo en cuenta las causas de las decisiones que contrasten con el enfoque tradicional, que normalmente utiliza tendencias de los datos o regresiones para predecir los resultados futuros.

El objetivo principal de FUPOL es demostrar que con las TIC se puede apoyar el ciclo de vida de la política de desarrollo en conjunto de la formulación de políticas, la participación de las partes interesadas en colaboración, el modelado de políticas,

la generación de escenarios, la visualización de los resultados, además de que la retroalimentación es factible y constituye un elemento fundamental de desarrollo de futuras políticas a nivel local, nivel regional, nacional y mundial.

En él se abordarán cuestiones relacionadas con la integración de los diferentes componentes a través de soluciones técnicas avanzadas y la demostración de una solución integrada de TIC con un entorno de colaboración para el diseño de la política que genere diferentes escenarios formales a través de simulaciones y basado en escenarios de desarrollo futuro. Esto incluirá el apoyo de las TIC integradas basadas en web 2.0/web 3.0, herramientas de colaboración y herramientas de simulación de políticas con la generación de escenarios y visualización. También ayudará a la planificación estratégica a largo plazo de los gobiernos a todos los niveles y los operadores de política en cualquier ámbito para una mejor dirección y conformar la evolución futura a fin de que las demandas de los ciudadanos y la economía sean satisfechas.

7. Conclusiones

En el marco del proyecto FUPOL una tarea difícil es el diseño y análisis de políticas públicas. La metodología propuesta se ha realizado a través de un nuevo enfoque que modela los diferentes actores en un proceso político como agentes cuyo comportamiento se rige por un diseño causal desarrollado en las redes de Petri coloreadas. La traducción de los modelos de Petri en el medio ambiente de NetLogo permite una nueva forma de comprender las relaciones causales que están detrás de la toma de decisiones en la sociedad. Con el uso de los modelos

es posible implementar las relaciones causales que rigen el comportamiento del agente de tal forma que la transparencia se logra durante la evaluación de una política particular. El enfoque presentado se utilizará durante el desarrollo de un módulo de simulación en el marco FUPOL que permitirá la participación de los ciudadanos reales a través de las redes sociales para determinar los parámetros de algunas características del modelo de simulación (condiciones de contorno). Con el enfoque anterior se espera que se obtenga una mayor transparencia y participación vía electrónica de la población de una ciudad, región o comunidad.

Los próximos pasos que se esperan al usar la simulación son las siguientes:

- Verificación de los parámetros que rigen el comportamiento de los agentes particulares a través de estudios de campo, encuestas, cuestionarios, etcétera.
- Pruebas de campo del enfoque con una determinada región, ciudad o comunidad. Este paso se realiza en las ciudades piloto del proyecto.
- El módulo de simulación se debe integrar con la herramienta informática desarrollada por el proyecto FUPOL con el fin de probar o verificar que el enfoque propuesto es ciertamente útil para fomentar la participación vía electrónica en una comunidad.

Bibliografía

Christensen, S., Jensen, K., Mailund, T., Kristensen, L.M. "State Space Methods for Timed Coloured Petri Nets". *Proc. of*

- 2nd International Colloquium on Petri Net Technologies for Modelling Communication Based Systems*. Berlin, 2001.
- Flores, I. Elizondo M. 2006. Apuntes de simulación, Posgrado de Ingeniería, UNAM.
- Jensen, K. *Coloured Petri Nets: Basic Concepts, Analysis Methods and Practical Use*. Berlin: Springer-Verlag, 1997.
- Moore, K.E., Gupta, S.M. *Petri Net Models of Flexible and Automated Manufacturing Systems: A Survey*. *International Journal of Production Research*. 1996.
- Mújica, M. Piera M.A. “The translation of CPN into netlogo environment for the modelling of political issues: fupol project”. *EMSS 2012 proceedings*, Vol 2, 680-692. September 2012.
- Mujica, M.A.; Piera M.A. “A Compact Timed State Approach for the Analysis of Manufacturing Systems: Key Algorithmic Improvements”. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol.24 (2). February 2011.
- North M. J., Macal C. M. *Managing Business Complexity Discovering Strategic Solutions with Agent-Based Modelling and Simulation*. Oxford University Press, 2007.
- North M. J., Macal C. M.. “Tutorial on agent-based modelling and simulation”. *Journal of Simulation* Vol 4, 151-162. 2010.
- Romulus-Catalin Damaceanu. *Agent-based Computational Social Sciences using NetLogo: Theory and Applications*. Lambert Academic Publishing, 2011.

Sitios de internet

<http://www.fupol.eu/>

<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo del proyecto PAPIIT IN116012 Simulación y optimización de sistemas logísticos y de manufactura.