

MARTÍN GARCÍA, JUAN

Dinámica de sistemas: paradigma de pensamiento
El Hombre y la Máquina, núm. 39, mayo-agosto, 2012, pp. 4-5
Universidad Autónoma de Occidente
Cali, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47824590001>



El Hombre y la Máquina,
ISSN (Versión impresa): 0121-0777
maquina@uao.edu.co
Universidad Autónoma de Occidente
Colombia

Dinámica de sistemas: paradigma de pensamiento

Se puede definir la dinámica de sistemas como una técnica de creación de modelos de simulación de entornos complejos. A pesar de ser una técnica con más de cincuenta años de congresos anuales y miles de trabajos publicados, sigue siendo poco conocida y utilizada en el ámbito empresarial.

Los modelos de simulación desarrollados con dinámica de sistemas permiten abordar con rapidez un tipo de problemas en que otras herramientas no dan buenos resultados: aquellos planteamientos de gran complejidad cuantitativa en los que no deseamos contratar la elaboración de un software específico –en general caro y poco flexible– y en aquellos otros cuestionamientos en que hemos de tener en cuenta un conjunto de variables cualitativas para poder analizar el tema que nos interesa.

Intentaré explicar su utilidad con tres ejemplos propios recientes y de temáticas dispares: impacto ambiental, simulacro de accidentes y logística.

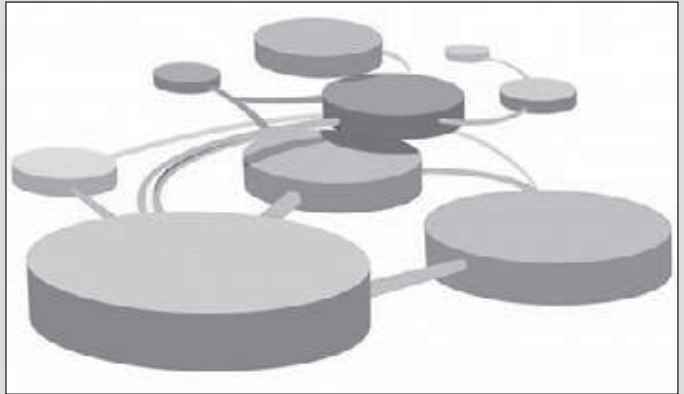
Una empresa petroquímica calcula la huella de carbono de uno de sus productos, y para hacerlo utiliza un conjunto de hojas de excel en las que se recogen los datos de flujos de materiales junto con unas fórmulas que recogen los procesos de producción. El conjunto de archivos de Excel es tan complejo que requiere una semana de trabajo de la persona que los diseñó para poder obtener el resultado (T_m de CO_2 / T_m de producto), referido a un único producto de los que se fabrican. Por este motivo el cálculo se hace una vez al año a partir de la actividad anual de la planta. Dada la complejidad de los cálculos, es prácticamente imposible hacer un análisis de sensibilidad de dónde se incorpora más CO_2 al producto final, y tampoco

es posible realizar simulaciones de cambios en los procesos que permitan reducir la cantidad de CO_2 . Para dar solución a estas limitaciones se diseñó un modelo de simulación basado en dinámica de sistemas que integra toda la información de flujos de materiales y de procesos de producción. Solo requiere unos minutos para preparar la información de base, ejecutar el modelo y obtener los resultados, de forma que actualmente el cálculo de la huella de carbono se realiza semanalmente, se ha hecho un análisis de sensibilidad preciso y en ocasiones se utiliza, además, para intentar optimizar este parámetro simulando posibles cambios en el CO_2 que incorporan las materias primas, o bien en cambios de los procesos de producción. A más de esto, se ha logrado una total transparencia en los procesos de cálculo que permite que sean auditados si fuese necesario, y desde luego ya no dependen de una sola persona.

Un segundo ejemplo reciente, y muy diferente al anterior, es el de una empresa de transporte de materiales inflamables que no ha tenido nunca un accidente grave ni en las instalaciones ni en los vehículos. La empresa es consciente de que existe un elevado riesgo en su actividad y por ese motivo se plantea hacer un simulacro de accidente grave en las instalaciones que complemente los cursos de formación que se imparten a los empleados, pero el elevado coste y lo incierto de la utilidad del simulacro no deciden a los directivos a llevarlo a la práctica. En este caso nos encontramos con otra de las grandes aplicaciones de la dinámica de sistemas, que es su aplicación a los sistemas sociales, los cuales se caracterizan porque las variables son cualitativas y las relaciones entre ellas son difusas. En estos casos la experiencia y la intuición del directivo suelen ser de poca ayuda

para comprender las consecuencias de actuar sobre un ámbito donde existen muchos elementos a tener en cuenta y que se hallan muy relacionados entre sí. Para abordar la conveniencia o no de hacer el simulacro se creó un grupo de expertos en seguridad laboral y se recogieron en un diagrama causal sus opiniones sobre los aspectos a tener en cuenta en relación con el simulacro y las relaciones entre ellos. También se recogieron sus expectativas sobre los resultados del simulacro. A continuación se analizó el diagrama causal elaborado en busca de arquetipos sistémicos y puntos de palanca, algo habitual en dinámica de sistemas, para identificar los bucles estabilizadores, los bucles impulsores y la mejor forma de actuar sobre ellos. En este punto ya se disponía de unas primeras conclusiones, y para confirmar su validez se hizo un pequeño modelo de simulación con las doce variables más importantes en opinión de los expertos. El funcionamiento del modelo permitió observar con claridad los mecanismos por los que el riesgo de accidentes disminuiría después del simulacro y las acciones necesarias imprescindibles para garantizar ese resultado a corto y mediano plazo.

Un tercer ejemplo de aplicación de los modelos de simulación con dinámica de sistemas lo hallamos en el caso de una empresa distribuidora de pipas de diez kilos de gas licuado, cuyo principal problema es que en un mercado con márgenes muy reducidos debe optimizar al máximo los costes, y observa que cada día de media los camiones de transporte regresan con aproximadamente el 10% de la carga sin distribuir. Los motivos de esto son diversos y generan conflictos entre los departamentos de producción, ventas y distribución, y no se ha hallado una solución a este problema en los últimos años. Podemos decir que este es el típico ejemplo de gestión de una cadena de distribución, pero afecta una parte del proceso que no se suele tener en cuenta: el retorno de productos a distribuir y que regresan a la fábrica. En este caso se construyó un modelo de simulación para reproducir el funcionamiento de una jornada habitual de ocho horas a intervalos de un minuto; se pudo observar la incidencia de los múltiples procesos relacionados con el transporte y la devolución de bombonas de gas llenas de producto, de forma que se notaron con claridad las principales causas del problema. Un análisis de



sensibilidad posterior mostró el grado de mejora que se podría lograr con las diferentes alternativas que los expertos de la empresa propusieron.

Una recomendación básica que se hace a las personas que desean utilizar esta técnica para abordar un tema específico es, en primer lugar, buscar trabajos publicados sobre aplicaciones de los modelos de simulación con dinámica de sistemas en ese mismo tema. Es fácil que encuentre publicaciones gratuitas con trabajos elaborados en su ámbito de interés, de forma que podrá ver –si no sabe aún– cómo otras personas han hallado solución a problemas similares al suyo y obtendrá una idea aproximada de los resultados que él también puede lograr.

Aspectos adicionales a tener en cuenta son la gran simplicidad de manejo del software de creación de modelos de simulación con dinámica de sistemas (Vensim, Stella, Ithink, Powersim, y algunos más), la baja exigencia de capacidad de cálculo que se requiere de los equipos informáticos y la rapidez de aprendizaje de esta técnica, sea con libros o en cursos *online*.

Espero que esta breve explicación de la gran utilidad y versatilidad que ofrece la dinámica de sistemas motive a la comunidad académica y empresarial a utilizarla como una herramienta ideal de simulación.

JUAN MARTÍN GARCÍA Dr. Ing.
E-mail: jmg@grn.es
Cátedra Unesco en Desarrollo Sostenible.
Grupo de Investigación Dinámica de Sistemas
Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona.
España