

# Ciencia y Luz



ANIVERSARIO  
Universidad Veracruzana  
1944-2014



Universidad Veracruzana  
Dirección General de Difusión Cultural  
Dirección de Comunicación de la Ciencia

# Matemáticas, Redes & Creencias



Texto: Manuel Martínez Morales  
Investigador en el Departamento de Inteligencia  
Artificial de la Universidad Veracruzana  
manumartinez@uv.mx  
Ilustración: Sergio Adrián Segura Medrano  
Dir. de Comunicación de la Ciencia, UV  
dcc@uv.mx

Vivimos en un mundo altamente interconectado: la interconexión en las comunicaciones es tal que casi instantáneamente nos enteramos de lo que ocurre en cualquier rincón del planeta; los sistemas económicos nacionales se encuentran tan altamente interrelacionados que la estabilidad económica mundial se ve afectada por lo que ocurre en la economía de un país o región; la tecnología misma constituye actualmente un sistema altamente interconectado; las redes sociales constituyen comunidades virtuales con un alto grado de interconexión. Estas últimas involucran la acción agregada —no necesariamente coordinada— de individuos, cuya conducta colectiva depende de las decisiones tomadas en cada nodo de la red; conducta colectiva que a su vez influye en las acciones de cada nodo, dando origen a una dinámica compleja cuyo entendimiento requiere del empleo de cierta clase de modelos matemáticos.

Aunque debe señalarse que, si bien las matemáticas son centrales, el estudio de estos fenómenos es de naturaleza interdisciplinaria, involucrando la intervención de disciplinas como la economía, la sociología, la teoría de la información y las ciencias de la computación. Pero son las matemáticas las que aportan el elemento integrador en el estudio de las redes.

Las matemáticas básicas requeridas para un primer análisis de estos fenómenos son la teoría de grafos y la teoría de juegos. La

primera se enfoca al análisis de la estructura de las redes, y la segunda al de la dinámica de las mismas. Los modelos pueden ser de tipo cuantitativo o cualitativo, o bien una combinación de ambos tipos.

Podemos imaginar una red social como un conjunto de “agentes” (individuos, instituciones, empresas...) entre quienes se establece algún tipo de relación (de amistad, de negocios, de intercambio de información, etcétera). En un grafo —o gráfica— los agentes son representados por puntos, y la relación que guardan entre sí por líneas que unen los puntos cuando entre los agentes, representados por estos puntos, existe la relación. Los puntos en el grafo son llamados “nodos” y las líneas que unen los nodos se denominan “arcos”.

Una vez comprendidos los elementos básicos de la teoría de grafos, es posible aplicar ésta al estudio de fenómenos de gran complejidad, como sería el caso de las redes sociales que se establecen entre integrantes del crimen organizado, el poder público y el sector empresarial, situación por demás conocida pero poco analizada desde la perspectiva de las redes sociales.

Este campo de estudio es tan extenso y fascinante que extraña su escaso cultivo en nuestro medio. Este es un territorio para que incursionen en él tanto practicantes de las ciencias sociales, como de las ciencias exactas, brindando oportunidades para el trabajo tanto en la matemática pura como en la aplicada. Para quienes tienen interés en aplicaciones de beneficio inmediato, mencionaré el empleo de estos modelos en el estudio de

mercados, en el de fluctuaciones de precios, de procesos epidémicos y en la caracterización de la intención del voto en una elección y su plausible predicción, permitiendo en cada caso el diseño de políticas de acción que permitan modificar —dadas ciertas condiciones— la dinámica de dichos procesos.

Este enfoque nos ofrece un marco para razonar acerca de la complejidad inherente a estos procesos; en el caso de las redes sociales nos provee de medios para comprender la forma en que el comportamiento individual, o grupal, es afectado por incentivos y/o por expectativas acerca del comportamiento de otras personas o grupos.

Hay situaciones en las cuales un grupo de personas debe decidir simultáneamente acerca de cual es la acción que tomarán colectivamente, aunque no exista un acuerdo explícito entre ellas. Un ejemplo clásico de esta situación es el problema de elegir cuál ruta ha de tomarse cuando se circula en la red formada por las calles de una ciudad, particularmente cuando el tráfico es lento. La acción conjunta de todos los conductores que circulan a la misma hora por la red provocará un mayor congestionamiento del tráfico vehicular, o un desahogo del mismo,

dependiendo de las decisiones de los conductores individuales, las que a su vez dependen de las acciones tomadas por el resto de los conductores. Si este tipo de problemas no son analizados científicamente, pueden surgir situaciones “paradójicas” —comprobadas en la práctica— como la de que abrir más calles, ejes viales o puentes puede provocar mayor caos vial.

Habrà que agregar lo que técni-

el modelo para calcular el riesgo (posibilidad o “creencia”) de un accidente en el sistema de enfriamiento de una planta nucleoeléctrica. La red representa las creencias (que pueden ser probabilidades) en una falla en cada uno de los componentes del sistema y sus relaciones mutuas; pueden incorporarse también las fallas producidas por agentes externos: operadores, fenómenos naturales, etcétera. De esta red, y las cuantificaciones correspondientes puede calcularse la creencia (o

probabilidad) de un accidente, y también el peso, o influencia, que cada nodo (componente o agente externo) tiene en el evento, lo cual posibilita el diseño de políticas preventivas. (La descripción completa y detallada de este problema puede encontrarse en: R. G. Almond: Graphical belief modeling. Chapman & Hall, 1995).

Si todavía hay quien pregunte sobre la utilidad o el beneficio de las matemáticas, habrá que responderle con el mismo gesto y las mismas palabras con que Platón, a la entrada de su Academia, respondió a idéntica pregunta. Dirigiéndose a uno de sus esclavos, le instruyó: “Dale unas monedas a este hombre que quiere beneficiarse de las matemáticas”.

Si bien las matemáticas son centrales, el estudio de estos fenómenos es de naturaleza interdisciplinaria, involucrando disciplinas como la economía, la sociología, la teoría de la información y las ciencias de la computación.

camente se conoce como redes de creencias, modelos matemáticos que representan nuestras creencias, y sus mutuas relaciones, acerca de un fenómeno determinado; permitiendo cierta cuantificación sobre las mismas y conocer la manera en que un cambio en una de ellas modifica al resto.

Un ejemplo muy concreto de aplicación de redes de creencias es