

CIENCIA

La teoría de los 'seis grados' se abre un hueco en la ciencia

► Un congreso celebra los 10 años del estudio que explicó por qué el mundo es un pañuelo

► La nueva disciplina ya se emplea para analizar la expansión de virus y extinciones

MICHELE CANTANZARO
BARCELONA

Que el mundo es un pañuelo es algo más que un tópico. Es toda una verdad científica. Así lo aseguran los investigadores que se reunieron en la Universitat de Barcelona (UB) del 10 al 12 de diciembre para el BCNetWorkshop. Este congreso conmemoró los 10 años de la publicación del artículo que explicó científicamente por qué no es tan raro que detrás de un desconocido se esconda el amigo de un amigo. El trabajo, publicado en la revista *Science* por el sociólogo Duncan Watts y el matemático Steven Strogatz, ambos norteamericanos, abrió la puerta a la nueva ciencia de las redes, que ha logrado explicar, entre otras cosas, cómo se comportan los virus informáticos o las extinciones que hacen derrumbar un ecosistema.

La clave está en los seis grados de separación, un fenómeno descubierto en 1967 por el psicólogo norteamericano Stanley Milgram. El investigador envió más de 150 cartas a ciudadanos americanos escogidos al azar. Les pedía que reenviaran esas cartas a un ciudadano de Boston, del cual daba el nombre, pero no la dirección. Los participantes en el experimento tenían que enviar las cartas a algún conocido suyo, que por alguna razón les pareciera cercano al destinatario. Sorprendentemente, al cabo de unos días el destinatario de Boston empezó a recibir las primeras cartas. Cuando el experimento se dio por acabado, más de la mitad de las cartas habían llegado a su destino, pasando por un promedio de seis intermediarios.

WATTS Y STROGATZ // El resultado no se acabó de entender hasta el 1998. Entonces, Duncan Watts y Steven Strogatz reconstruyeron en el ordenador un modelo ficticio de las relaciones que podían unir a los participantes en el experimento. Era una parrilla ordenada en la cual cada individuo estaba conectado con un cierto número de amigos en su entorno. Sin embargo, en este modelo, el número de conexiones entre dos individuos era enormemente grande. Entonces, Watts y Strogatz, sustituyeron algunas de las conexiones por enlaces a individuos alejados (personas conocidas por casualidad, amigos emigrados, etc.). Sorprendentemente, era suficiente con esto para que la separación entre dos individuos cualesquiera se volviera



► Participantes del BCNetWorkshop, por la izquierda y de arriba abajo: Y. Moreno, C. Castellano, D. Krioukov, A. Díaz-Guilera, A. Baronchelli, M. A. Serrano, M. Boguñá, A. Arenas, M. Muñoz, R. Pastor-Satorras.

Un modelo estima los afectados por gripe aviar en cada ciudad del mundo

► Uno se podría preguntar para qué sirve estudiar las redes. La respuesta la empiezan a dar, por ejemplo, unos trabajos surgidos de las investigaciones de Romualdo Pastor-Satorras (UPC) y sus colaboradores. Los modelos aplicados para estudiar infecciones informáticas se están adaptando para representar la difusión de epidemias reales, por ejemplo la gripe aviar en la red del transporte aéreo.

► El año pasado, un trabajo publicado en la revista *PNAS* formuló predicciones sobre el número de personas que estarían afectadas en cada ciudad por la gripe aviar. El artículo proponía, incluso, una estrategia de difusión de los antivirales que reduciría sustancialmente el impacto de la epidemia.

muy pequeña. Era suficiente con intercambiar una parrilla ordenada con una red desordenada para que todos los individuos se volvieran increíblemente cercanos entre ellos.

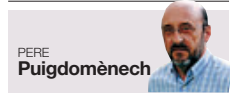
Este descubrimiento fue la semilla de una disciplina, la ciencia de las redes, que reúne a físicos, sociólogos y ecólogos, todas estas disciplinas representadas en el público de la conferencia. Y es que la perspectiva de las redes arroja luz sobre fenómenos aparentemente incomprensibles. Por ejemplo, Romualdo Pastor-Satorras, de la Universitat Politècnica de Catalunya es coautor de trabajos que analizan el comportamiento de los virus informáticos. En 2003, el virus *SQL Slammer* alcanzó centenares de miles de ordenadores en una decena de minutos. Este comportamiento se explica en términos la estructura de red de Internet, según los trabajos de Pastor-Satorras, con una línea de razonamiento afín a la de Watts y Strogatz.

Conocer la estructura de la red puede ser útil no solo para combatir a los virus, sino también para mejorar la navegación por Internet. Por ejemplo, Marián Boguñá, de la UB, ha analizado algunos de en sus tra-

bajos como se pueden mejorar los principios de funcionamiento de los buscadores como Google conociendo la estructura del *World Wide Web*. Por otro lado, Albert Díaz Guilera ha estudiado la estructura de red del intercambio de correos electrónicos.

ECOSISTEMAS // Pero hay redes más allá de internet y el Web. Por ejemplo, Ricard Solé, investigador ICREA de la Universitat Pompeu Fabra, y Alex Arenas, de la Universitat Rovira i Virgili, han representado como una red el mismísimo ecosistema, en trabajos distintos. En este caso, no se trata de personas que se intercambian mensajes, sino de especies enlazadas entre sí por relaciones de presa-predador. En los años 90, algunos políticos de Canadá propusieron responder a la caída en el número de unidades de bacalao de sus caladeros con el exterminio de uno de sus predadores, las focas. Sin embargo, si se miran los ecosistemas representados como redes, se ve una complejísima madeja de cadenas alimentarias. Delante de estos mapas, se entiende que las extinciones no se pueden explicar con razonamientos demasiado simplistas. ■

EL ADN de la semana



Felices 60

En estos últimos meses parece que todo el mundo ha cumplido 60 años. No hace mucho tiempo, en una reunión de compañeros de escuela, lo comentábamos con una cierta sorpresa. Es posible que no se trate de una muestra estadística fiable, pero dejando aparte la juventud y algunos adultos, todo nuestro entorno personal parece celebrar los sesenta este año. La de los 60 es una década crítica en la que se planteará la jubilación, por ejemplo. Pero la portada del diario francés *Le Monde* contaba hace poco que en Europa es la edad en que muchos se consideran más felices.

El año 1948 parece haber sido memorable. Nació el Estado de Israel, la Declaración Universal de los Derechos Humanos, el príncipe Carlos de Inglaterra, Pepa Flores (Marisol) y el que escribe estas líneas. Una cosecha excepcional.

Quizá haya razones para pensar que los sexagenarios viven un momento dulce

Pero como en cada cambio de década miramos hacia adelante, y vemos que queda cada vez menos tiempo, y atrás y recapitulamos lo que hemos hecho.

El estudio citado por *Le Monde* se fijaba en que es un momento de salud medianamente bueno para muchos de los europeos, en que se llega a un nivel económico máximo y en que desaparecen las urgencias personales y laborales. Y llegaba a la conclusión de que desde hace cincuenta años hemos preparado la sociedad para que esto sea así. ¿Es quizás con menoscabo de los más jóvenes? Las revueltas vividas en diferentes países, ahora en Grecia, podrían estar indicando que se ha construido una sociedad en que la seguridad de las personas de la tercera edad se ha hecho a expensas de dificultar a los jóvenes entrar en la estabilidad laboral y personal. Tendremos que pensar.

Además, otro estudio indica que la visión que los individuos tienen de sí mismos, pasados los 60, es de ser entre 10 y 15 años más jóvenes. Por lo tanto quizá hay razones objetivas para que los sexagenarios pasen por un momento dulce. Pero además se imaginan ser más jóvenes de lo que son y no hay duda de que esta ilusión ayuda a pasar la vida en un momento crítico. Cuando el cerebro empieza a fallar, éste desarrolla un último mecanismo de defensa. ¡Bienvenido sea! ■