

CIÈNCIA

La teoria dels 'sis graus' es fa un lloc en la ciència

► Un congrés celebra els 10 anys de l'estudi que va explicar per què el món és un mocador

► La nova disciplina ja es fa servir per analitzar l'expansió de virus i extincions

MICHELE CATANZARO
BARCELONA

Que el món és un mocador és alguna cosa més que un tòpic. És tota una veritat científica. Així ho asseguren els investigadors que es van reunir a la Universitat de Barcelona (UB) del 10 al 12 de desembre per al BCNetWorkshop. Aquest congrés va commemorar els 10 anys de la publicació de l'article que va explicar científicament per què no és tan estrany que darrere d'un desconegut s'hi amagui l'amic d'un amic. El treball, publicat a la revista *Science* pel sociòleg Duncan Watts i el matemàtic Steven Strogatz, tots dos nord-americans, va obrir la porta a la nova ciència de les xarxes, que ha aconseguit explicar, entre altres coses, com es comporten els virus informàtics o les extincions que fan ensorrar un ecosistema.

La clau està en els sis graus de separació, un fenomen descobert l'any 1967 pel psicòleg nord-americà Stanley Milgram. Aquest investigador va enviar més de 150 cartes a ciutadans americans escollits a l'atzar. Els demanava que reenviessin aquelles cartes a un ciutadà de Boston, de qui donava el nom, però no l'adreça. Els participants en l'experiment havien d'enviar les cartes a algun conegut seu, que per algun motiu els semblés proper al destinatari. Sorprenentment, al cap d'uns quants dies el destinatari de Boston va començar a rebre les primeres cartes. Quan l'experiment es va donar per acabat, més de la meitat de les cartes havien arribat a la seva destinació, passant per una mitjana de sis intermediaris.

WATTS I STROGATZ // El resultat no es va acabar d'entendre fins al 1998. Llavors, Duncan Watts i Steven Strogatz van reconstruir en l'ordinador un model fictici de les relacions que podien unir els participants en l'experiment. Era una graella ordenada en la qual cada individu estava connectat amb un cert nombre d'amics en el seu entorn. No obstant, en aquest model, el nombre de connexions entre dos individus era enormement gran. Llavors, Watts i Strogatz, van substituir algunes de les connexions per enllaços a individus allunyats (persones conegudes per casualitat, amics emigrats, etc.). Sorprenentment, n'hi havia prou amb això perquè la separació entre dos individus qualssevol es tornés molt petita. N'hi havia prou d'intercan-



► Participants del BCNetWorkshop, per l'esquerra i de dalt a baix: I. Moreno, C. Castellano, D. Krioukov, A. Díaz-Guilera, A. Baronchelli, M. A. Serrano, M. Boguñá, A. Arenas, M. Muñoz, R. Pastor-Satorras.

Un model preveu els afectats per grip aviària a cada ciutat del món

► Ens podríem preguntar per a què serveix estudiar les xarxes. La resposta la comencen a donar, per exemple, uns treballs sorgits de les investigacions de Romualdo Pastor-Satorras (UPC) i els seus col·laboradors. Els models aplicats per estudiar infeccions informàtiques s'estan adaptant per representar la difusió d'epidèmies reals, per exemple la grip aviària a la xarxa del transport aeri.

► L'any passat, un treball publicat a la revista *PNAS* va formular prediccions sobre el nombre de persones que estarien afectades a cada ciutat per la grip aviària. L'article proposava, fins i tot, una estratègia de difusió dels antivirals que reduiria substancialment l'impacte d'aquesta epidèmia.

viar una graella ordenada amb una xarxa desordenada perquè tots els individus es toressin increïblement propïms entre ells.

Aquest descobriment va ser la llavor d'una disciplina, la ciència de les xarxes, que reuneix físics, sociòlegs i ecòlegs, disciplines que han estat representades, totes elles, en el públic de la conferència. I és que la perspectiva de les xarxes aporta llum sobre fenòmens aparentment incomprensibles. Per exemple, Romualdo Pastor-Satorras, de la Universitat Politècnica de Catalunya, és coautor de treballs que analitzen el comportament dels virus informàtics. El 2003, el virus *SQL Slammer* va arribar a centenars de milers d'ordinadors en una desena de minuts. Aquest comportament s'explica en termes de l'estructura de xarxa d'internet, segons els treballs de Pastor-Satorras, amb una línia de raonament afí a la de Watts i Strogatz.

Conèixer l'estructura de la xarxa pot ser útil no només per combatre els virus, sinó també per millorar la navegació per internet. Per exemple, Marián Boguñá, de la UB, ha analitzat en alguns dels seus treballs com es poden millorar els principis

de funcionament dels buscadors com Google coneixent l'estructura del *World Wide Web*. D'altra banda, Albert Díaz Guilera ha estudiat l'estructura de xarxa de l'intercanvi de correus electrònics.

ECOSISTEMES // Però hi ha xarxes més enllà d'internet i el web. Per exemple, Ricard Solé, investigador ICREA de la Universitat Pompeu Fabra, i Alex Arenas, de la Universitat Rovira i Virgili, han representat com una xarxa ni més ni menys que el mateix ecosistema, en treballs diferents. En aquest cas, no es tracta de persones que s'intercanvien missatges, sinó d'espècies enllaçades entre si per relacions de presa-predador. Als anys 90, alguns polítics del Canadà van proposar respondre a la caiguda en el nombre d'unitats de bacallà dels seus caladors amb l'extermi d'un dels predadors més importants d'aquest peix, les foques. No obstant, si es miren els ecosistemes representats com a xarxes, es veu una complexíssima madeixa de cadenes alimentàries. Davant d'aquests mapes, s'entén que les extincions no es poden explicar amb raonaments massa simplistes. ▢

L'ADN
de la setmana

PERE
Puigdomènech



Feliços 60

Aquests darrers mesos sembla que tothom ha fet 60 anys. No fa gaire, en una reunió de companys d'escola ho comentàvem amb una certa sorpresa. És possible que no es tracti d'una mostra estadística fiable, però deixant de banda la jovenalla i alguna gent gran, tot el nostre entorn personal sembla celebrar els seixanta aquest any. La dels 60 és una dècada crítica en què es plantejarà la jubilació, per exemple. Però en primera pàgina del diari francès *Le Monde* es donava fa pocs dies la notícia que a Europa és aquella en què molts ciutadans es consideren més feliços.

L'any 1948 sembla haver estat memorable. Va néixer l'Estat d'Israel, la Declaració Universal dels Drets Humans, el príncep Carles d'Anglaterra, Pepa Flores (Marisol) i el que escriu aquestes línies. Una collita excepcional. Però

Potser hi ha raons per pensar que els sexagenaris viuen un moment dolç

com a cada canvi de dècada mireu endavant, i veiem que queda cada cop menys temps, i endarrerir i recapitem el que hem fet (o que no hem pogut fer).

L'estudi citat per *Le Monde* es fixava en el fet que és un moment de salut mitjana bona per a molts dels ciutadans d'Europa, en què s'arriba a un nivell econòmic màxim i en què desapareixen moltes de les urgències personals i laborals. I arribava a la conclusió que des de fa cinquanta anys hem preparat la societat perquè això sigui així. ¿És potser en detriment dels més joves? Les revoltes que han passat a diferents països, ara a Grècia, podrien estar indicant que s'ha construït una societat en què la seguretat dels més grans s'ha fet a costa que sigui més difícil per als joves d'entrar en l'estabilitat laboral i personal. Ho hauríem de pensar.

A tot això hi podem afegir un altre estudi recent que indicava que la visió que els individus tenen de si mateixos en les edats passades dels 60 és de ser entre 10 i 15 anys més joves. Per tant potser hi ha raons objectives perquè els sexagenaris passin per un moment dolç. Però a més s'imaginen ser més joves del que són i no hi ha dubte que aquesta il·lusió ajuda a passar la vida en un moment crític. Quan el cervell comença a fallar, aquest sembla desenvolupar un últim mecanisme de defensa. ¡Benvingut sigui! ▢