

XARXES COMPLEXES

* "Xarxa": conjunt d'objectes (vèrtexs) i certes connexions entre ells (arestes). També anomenat "graf".

* "Complexa": la xarxa està formada per molts milers o milions de vèrtexs i connexions, i les normes d'establiment de connexió no són ni purament deterministes ni purament aleatòries.

Exemples:

* Internet:

- Nivell de dominis: 6374 (desembre de 1999)
- Nivell de routers: 3888 (desembre de 1995), 150000 (desembre de 2000)
- Nivell d'hostes: 10^8 (gener de 2001)

* www: 2.711×10^8 pàgines web (octubre 1999)

* xarxes neuronals. *Caenorhabditis elegans*: 282 neurones

* distribució elèctrica. Western State Power Grid: 4941 nodes (transformadors, subestacions i generadors)

* col·laboració fílmica. USA: 225226 actors.

* xarxes de col·laboració científica

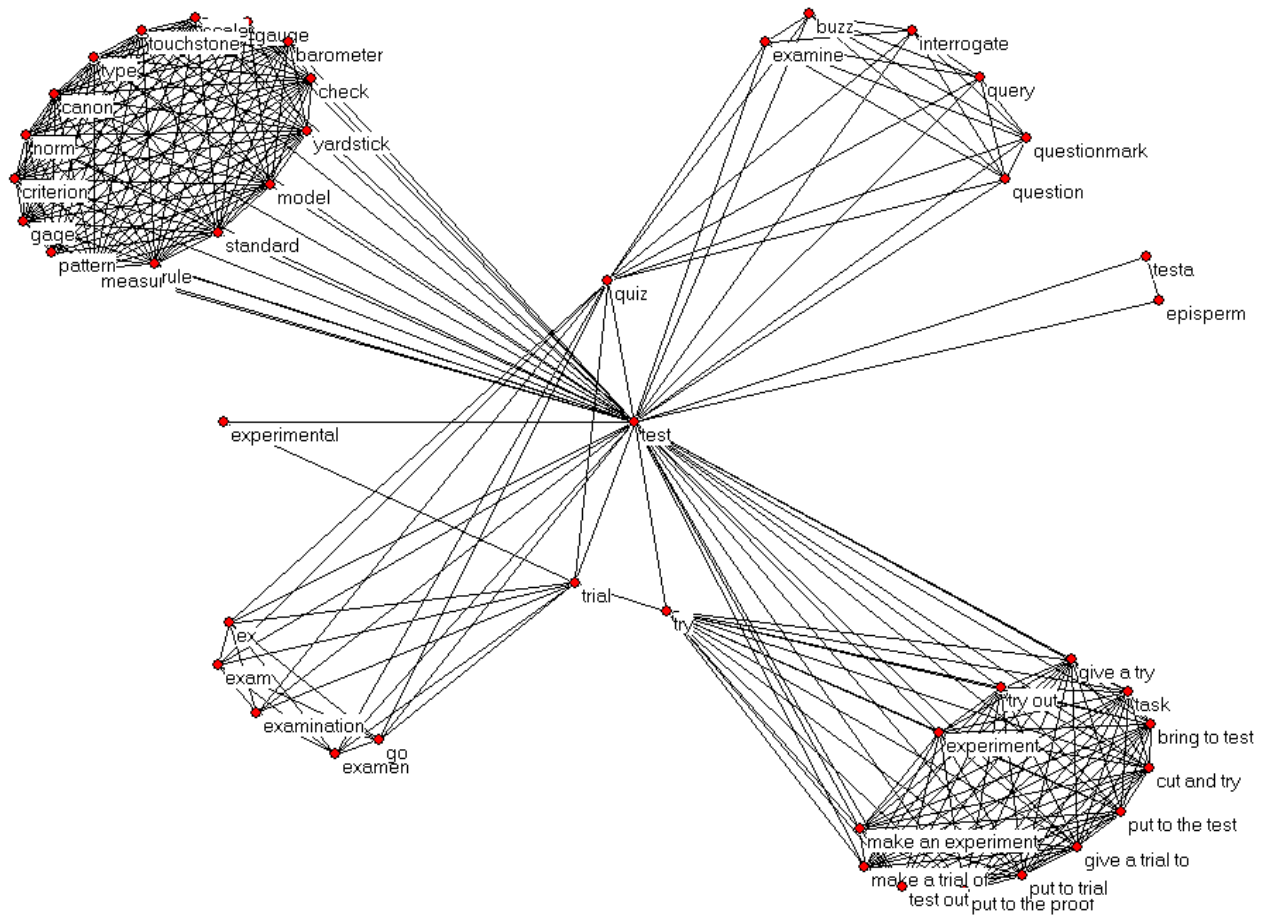
* xarxes tròfiques

* transmissió de malalties infeccioses

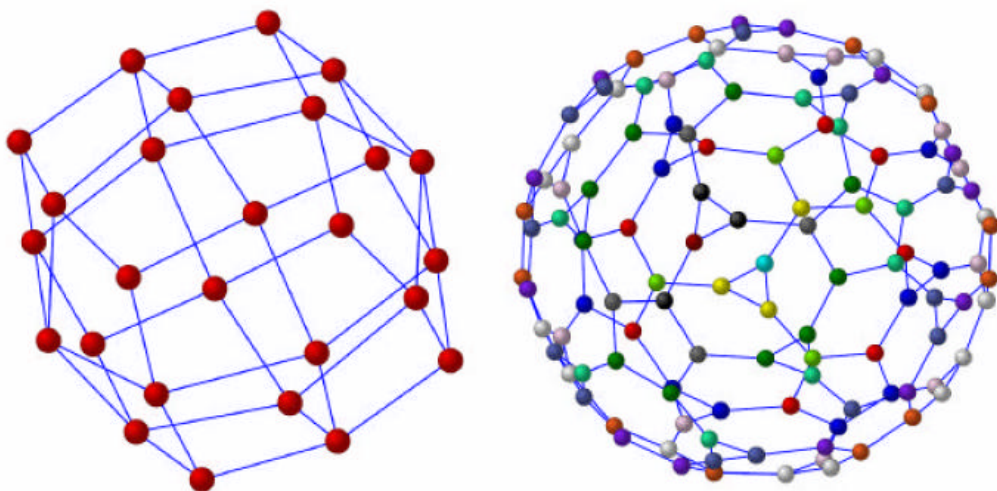
* xarxes semàntiques

* ...

Xarxa semàntica de la paraula "test":



Xarxes "poc" complexes:



Proteinoma del *Saccharomyces cerevisiae*



Hi ha 2 tipus de xarxes: estàtiques i evolutives.

- * La xarxa semàntica d'un llenguatge és estàtica
- * Internet és evolutiva

Una xarxa evolutiva serà "complexa" quan, en el procés de creixement, cada nou vèrtex que s'hi afegeix només té en compte consideracions "locals" (o sigui, independents de l'estructura de la xarxa) per decidir amb quins vèrtexs pre-existents es connecta. No hi ha una "consciència" global, externa, ordenadora de l'estructura.

UNIVERSALITAT DEL FENOMEN "PETIT-MÓN"

"L'experiment de les cartes", Milgram 1967.

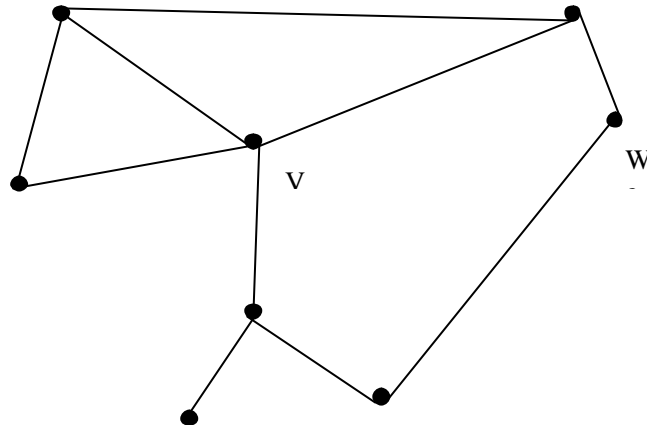
Omaha (Nebraska) – Boston (Massachusetts): 2800 Km

6 graus de separació

La distància Erdős (Paul Erdős, 1913-1996): Einstein 2,
Chomsky 4, Piaget 3, Popper 5, ... Juher 4.

Distància entre dos vèrtexs: el menor nombre d'arestes que cal recórrer per anar d'un a l'altre. Distància mitjana d'una xarxa G: la mitjana de les distàncies entre tots els parells de vèrtexs de G.

Coeficient d'agregació d'un vèrtex: el percentatge de veïns que són veïns entre ells. Coeficient d'agregació d'una xarxa G: la mitjana dels coeficients d'agregació de tots els vèrtexs de G.



La distància entre W i V és 2.

V té 4 veïns. Hi ha 6 possibles arestes entre aquests 4 veïns. Només n'hi ha 2. El coeficient d'agregació de V és $2/6 = 33\%$.

El fenomen "petit-món": moltes xarxes, de naturalesa molt diversa, presenten dues característiques simultànies: una **distància mitjana petita** (menor del que caldria esperar), i un **coeficient d'agregació gran** (major del que caldria esperar).

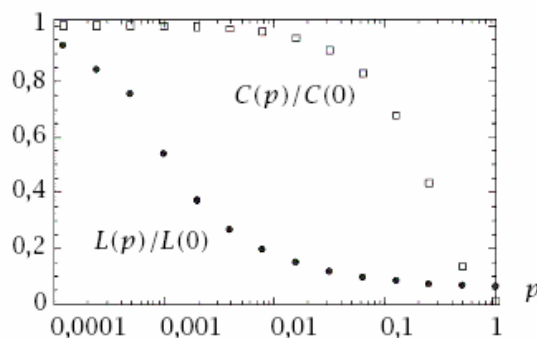
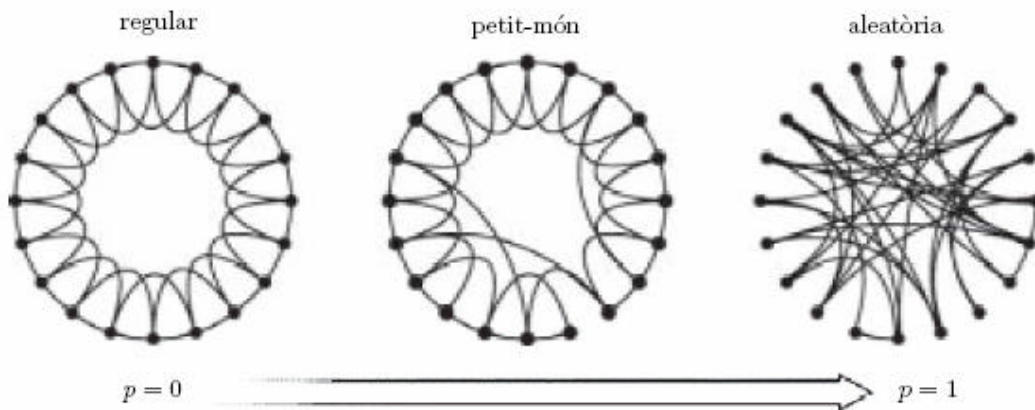
L = distància mitjana

C = coeficient d'agregació

L_a , C_a = els que caldria esperar en una xarxa purament aleatòria de la mateixa mida.

	L	L_a	C	C_a
Xarxa d'actors	3'65	2'99	0'79	0'00027
Xarxa elèctrica	18'7	12'4	0'08	0'005
<i>Caenorhabditis Elegans</i>	2'65	2'25	0'28	0'05

Mecanisme d'obtenció de xarxes petit-món: a mig camí entre el determinisme i l'aleatorietat.



Hi ha altres característiques topològiques que no són tan universals com el fenomen petit-món, però que estan molt esteses en determinades famílies de xarxes.

Exemple: xarxes tròfiques (vèrtexs = espècies, arestes = relació presa-depredador) i de contagi (vèrtex = individu, arestes = susceptibilitats).

Hi ha poderoses implicacions pel que fa a la robustesa de la xarxa contra mutacions (xarxes tròfiques) i al disseny òptim de campanyes de vacunació (xarxes de contagi).

Llac Silwood Park (Anglaterra)



Transmissió de la grip en una petita comunitat

