

Complejidad:

¿Qué es

S. Hawking:

La complejidad es la Ciencia del siglo XXI

CE-NEST: Simplemente, la Ciencia en sus límites

El triunfo de la emergencia sobre el reduccionismo

y para qué sirve?

Maxi San Miguel

* IFISC



Maldigo la poesía (~~poesía~~ Física) concebida como un lujo cultural por los neutrales...

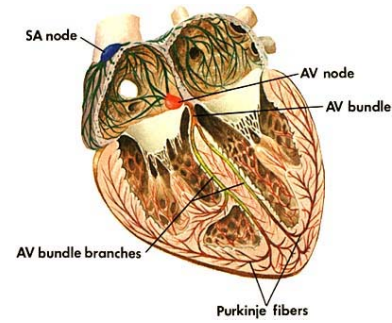
G. Celaya

La Física es como el sexo:

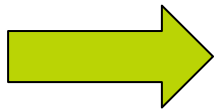
Tiene consecuencias,

pero no es por eso que la hacemos

Richard P. Feynman



Características de fenómenos complejos:

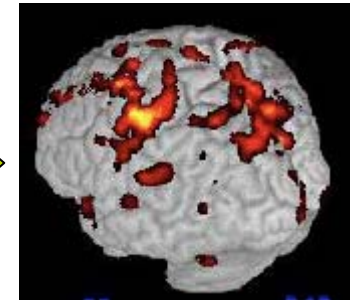


EMERGENCIA

UMBRALES y
COMPORTAMIENTO CRITICO



coche → tráfico



neurona →
mente, conciencia?

Individuo → Sociedad

Psicohistoria: H. Seldon ("Fundación", I. Asimov). Emergencia NO es estadística

Bottom-up: Orden **emerge** del desorden

Orden a grandes escalas **emerge** de las interacciones a pequeñas escalas

El comportamiento individual no es guía para el comportamiento colectivo

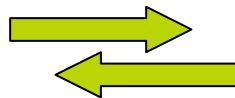
 **EL TODO ES MAS QUE LA SUMA DE LAS PARTES**

Platón (Libro de la Ciencia):

El todo como suma de todas las partes.

El todo como entidad única que emerge de las partes y es distinto del agregado de las partes.

REDUCCIONISMO



EMERGENCIA



LCE-Helsinki

Philip Anderson:

More is different, Science 177, 393 (1972).



La hipótesis reduccionista no implica en manera alguna una hipótesis construccionista: Ser capaz de reducir todo a simples leyes fundamentales no implica ser capaz de reconstruir el universo empezando desde esas leyes...

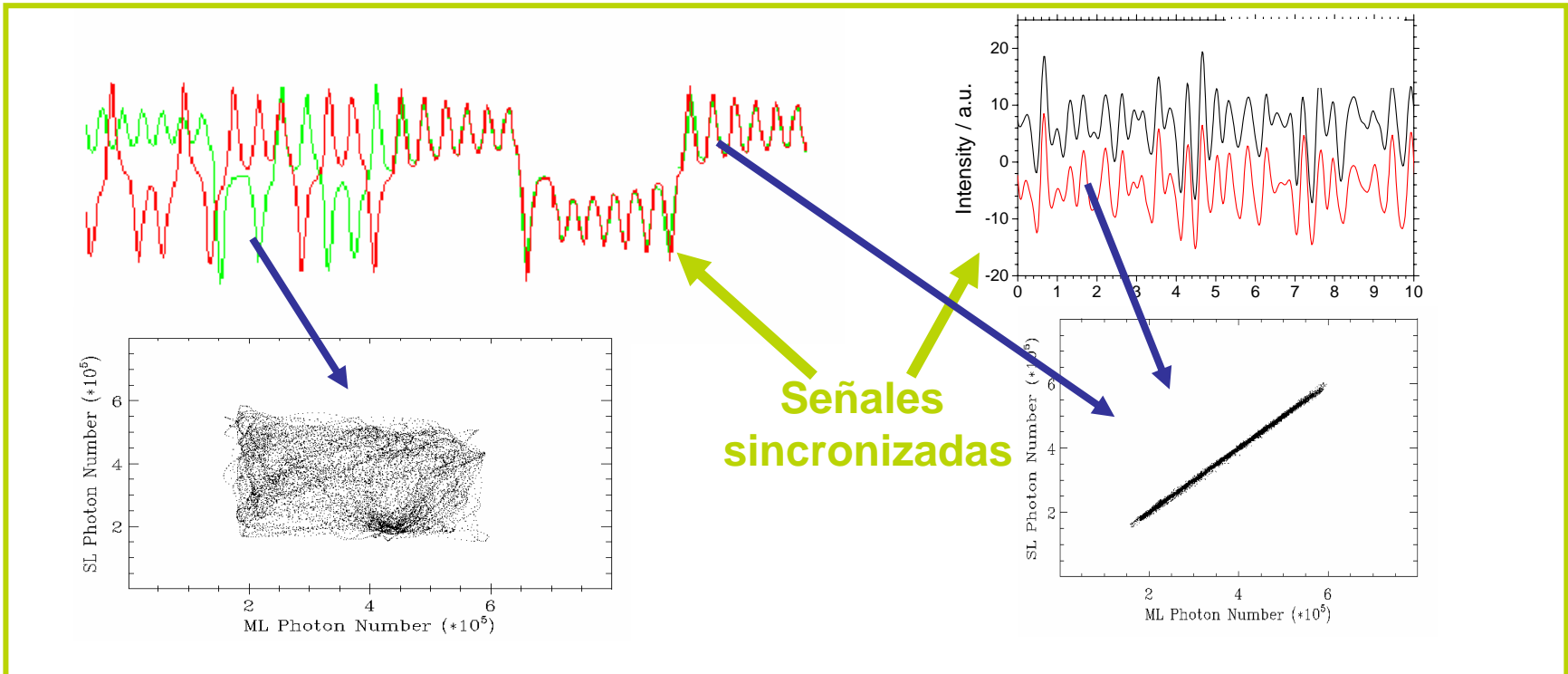
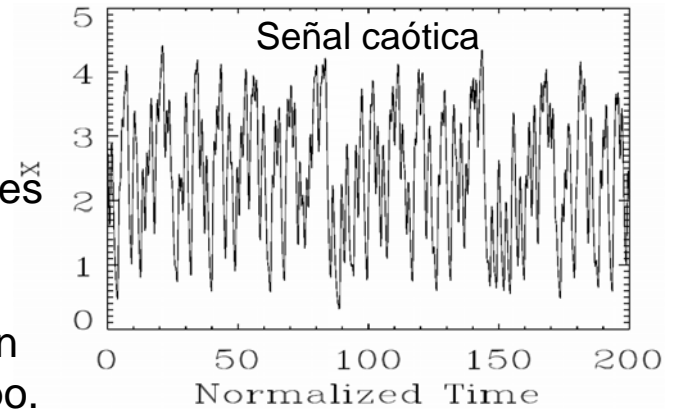
La hipótesis construccionista deja de valer cuando se enfrenta a las dificultades de **escala y complejidad**. El comportamiento de agregados grandes y complejos de partículas elementales no es entendido en términos de una simple extrapolación de las propiedades de unas pocas partículas. Por el contrario, en cada nivel de complejidad aparecen propiedades enteramente nuevas... En cada nivel nuevos conceptos, leyes y generalizaciones son necesarios...

La sociología no puede reducirse a psicología, igual que la biología molecular no es química aplicada.

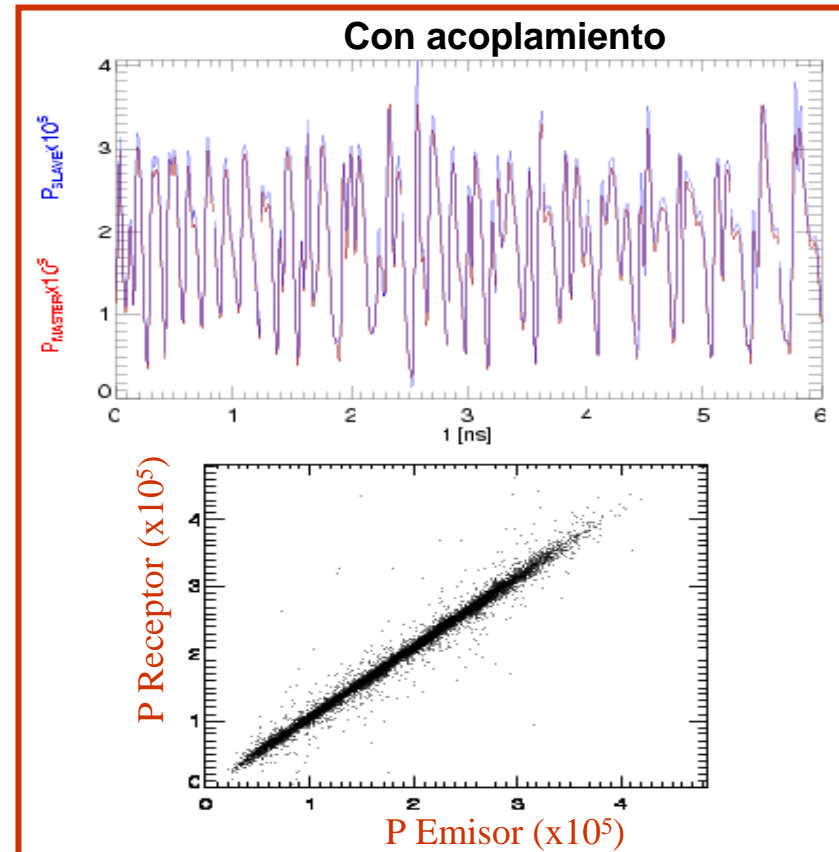
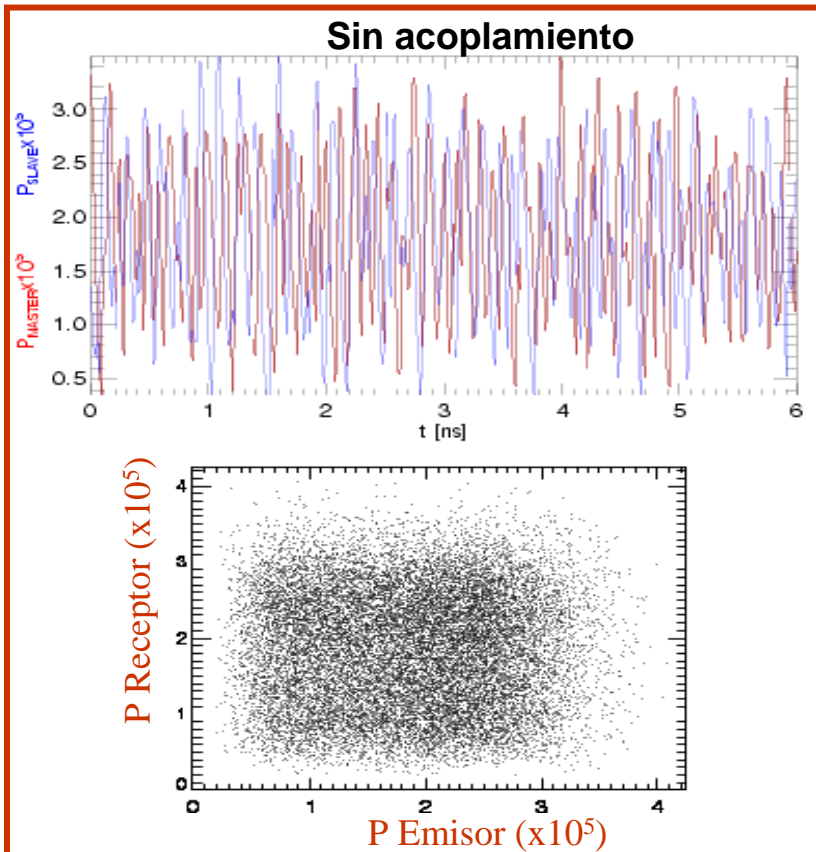
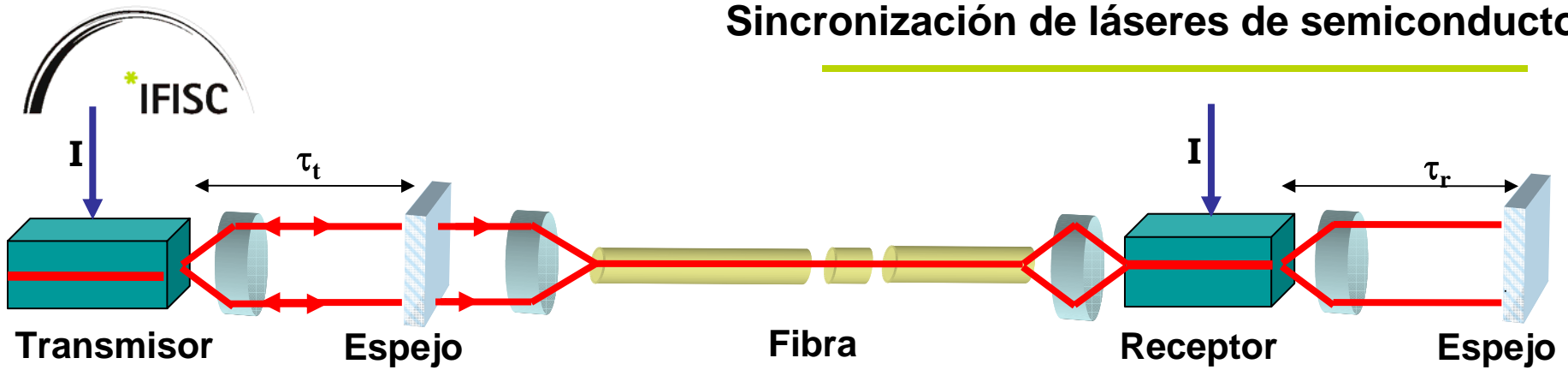
*** El desafío de la ciencia de la complejidad es encontrar leyes universales que permitan entender y cuantificar la emergencia**

Predicción?

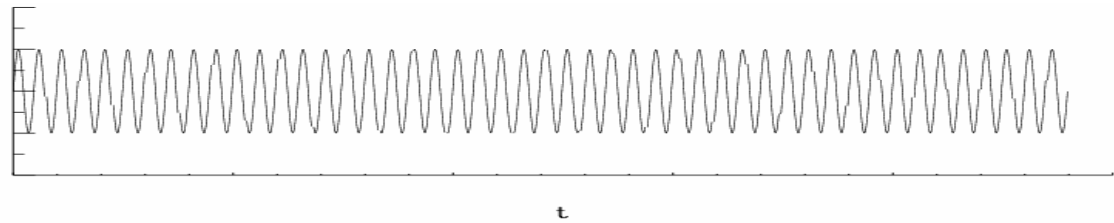
- Comportamiento caótico: irregular
- Sensibilidad a pequeñas variaciones de las condiciones iniciales.
- La separación entre dos trayectorias que empiezan en puntos cercanos crece exponencialmente con el tiempo.



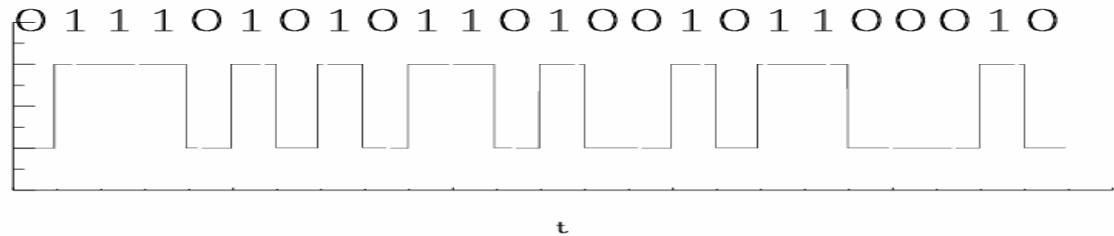
Sincronización de láseres de semiconductor



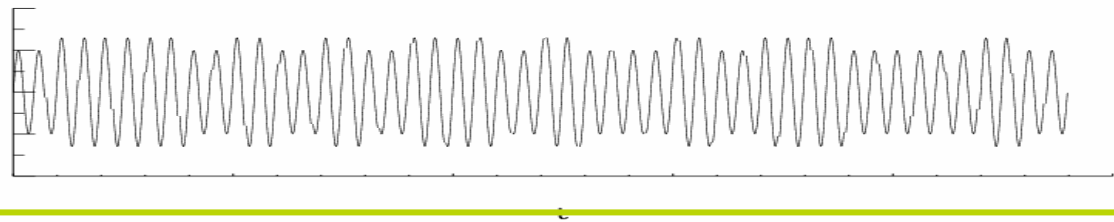
Onda portadora



Mensaje: "uib"
Código ascii



Señal transmitida



Concepto: Encriptar la señal a nivel físico (no software)



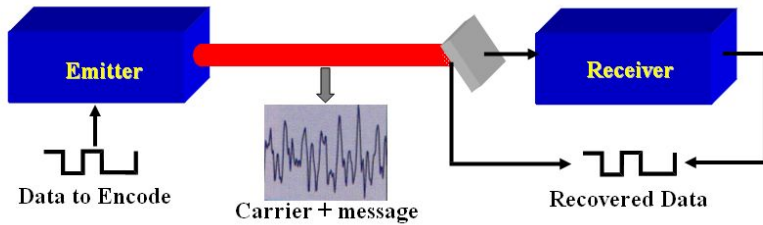
Utilizar como portadora una onda caótica y mensaje de pequeña amplitud



Sincronizar emisor y receptores caóticos



Extraer la señal



receptor=emisor (sincronizados)
 mensaje = transmitida-receptor

Imagen original



Tasa de errores <math>< 10^{-6}</math>

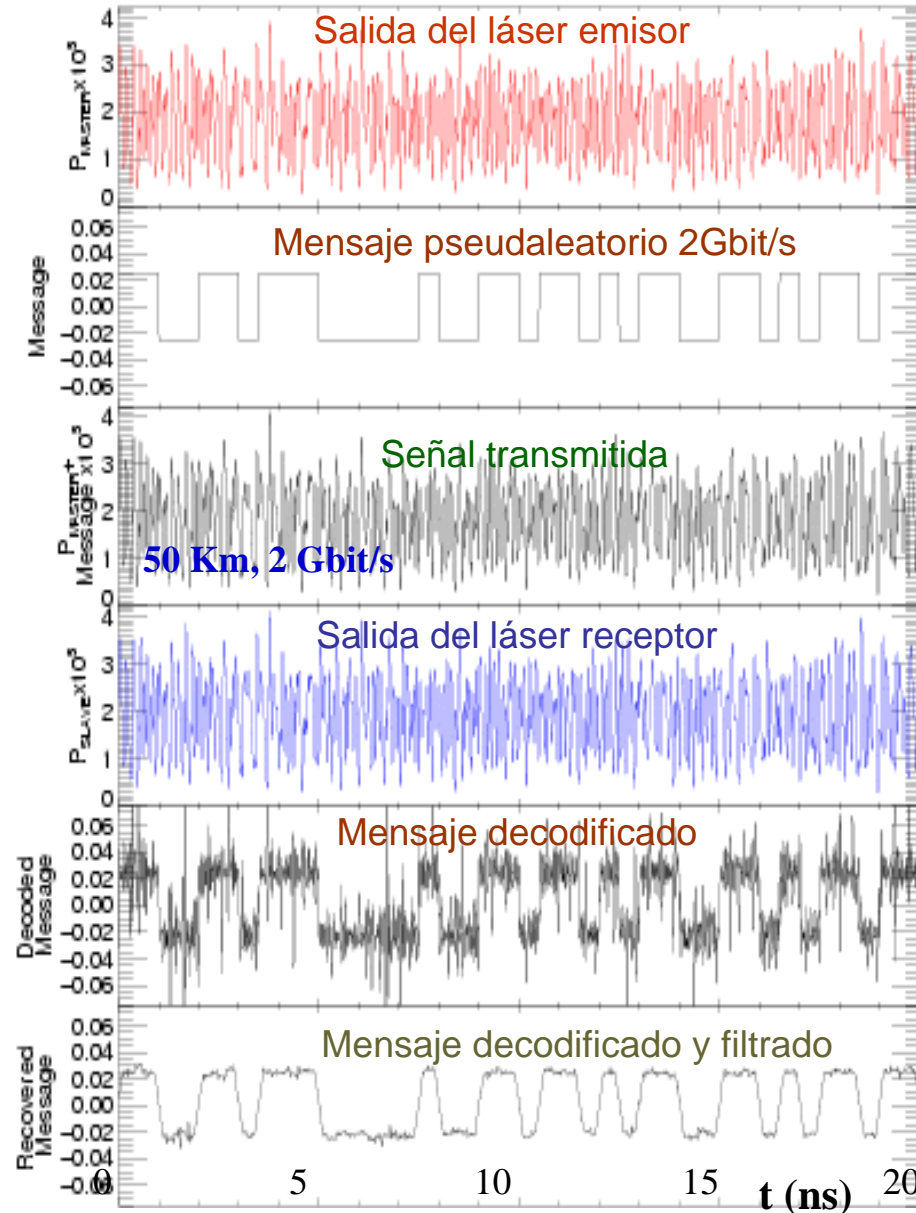
Imagen transmitida

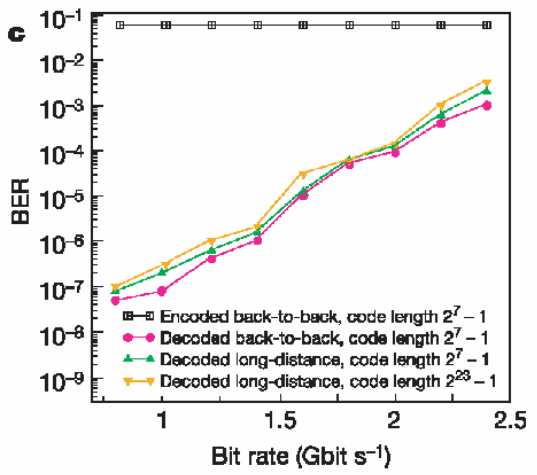
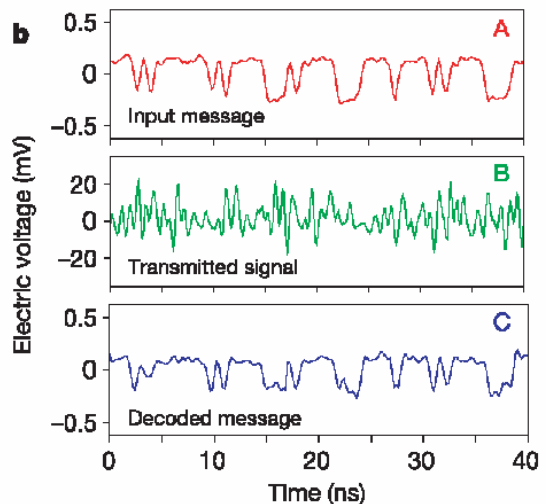


Imagen decodificada

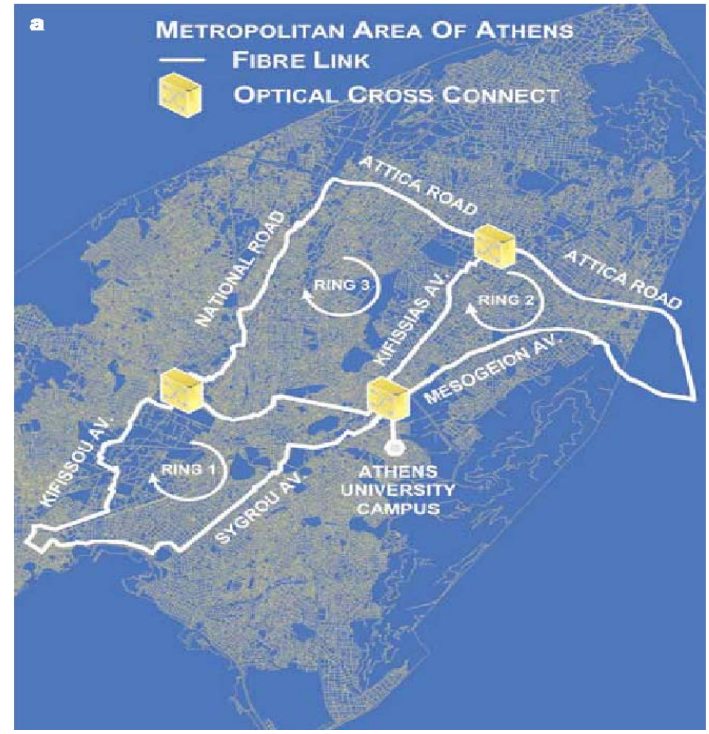
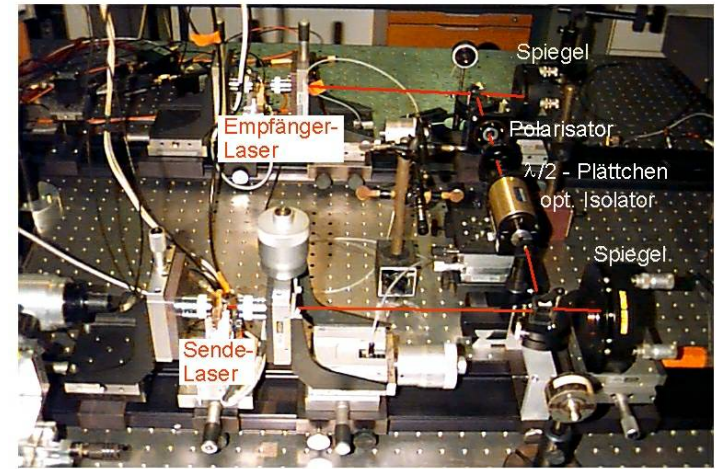


Transmisión de información

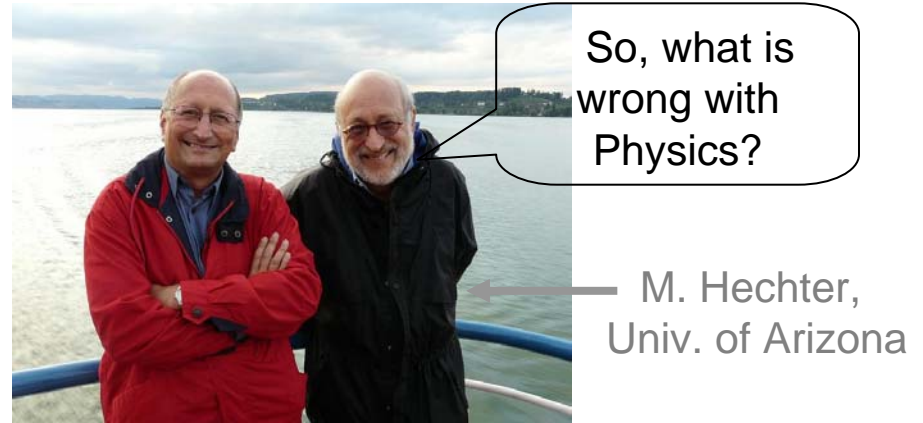




Nature, **437**, 343 (2005)



- * Redes de neuronas artificiales para reconocimiento de palabras e imágenes
- * Sincronización de actividad celular para regular la dosis de emisión de fármacos
- * Arritmias cardíacas y fibrilación como fallos de sincronización
- * Sincronización neural y procesos de atención en neurociencia cognitiva



* Las fronteras del conocimiento desde la Física:

- Las pequeñas escalas subnucleares: LHC, grandes energías
- Las grandes escalas de los límites del universo: astrofísica



Los problemas sin escalas definidas: Fenómenos críticos

Comportamiento complejo: Puntos críticos

Resulta de fenómenos emergentes autoorganizativos

Se da cerca de los umbrales de cambio de comportamiento

Situación de compromiso entre el desorden aleatorio y el orden inflexible

Características:

Autosimilaridad o invariancia de escala: Leyes de potencias

Universalidad: La contradicción de la Física Estadística

Características del punto crítico:

Autosimilaridad o invariancia de escala: Leyes de potencias

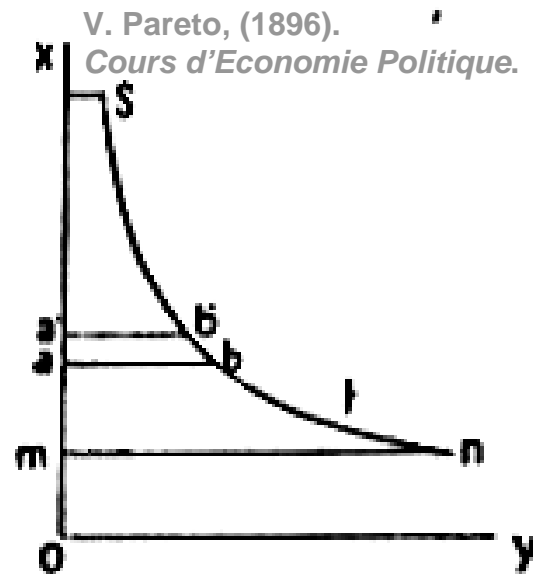
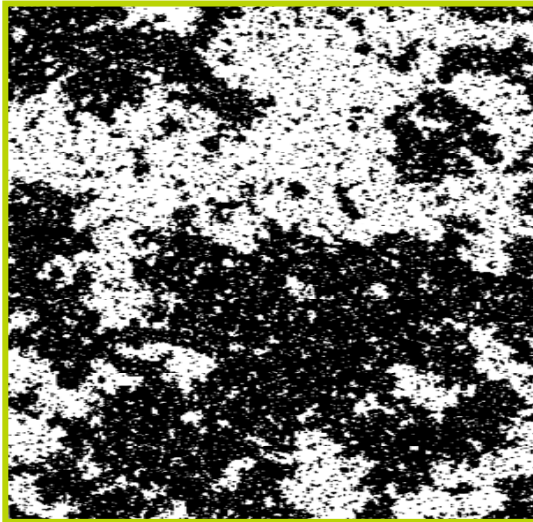
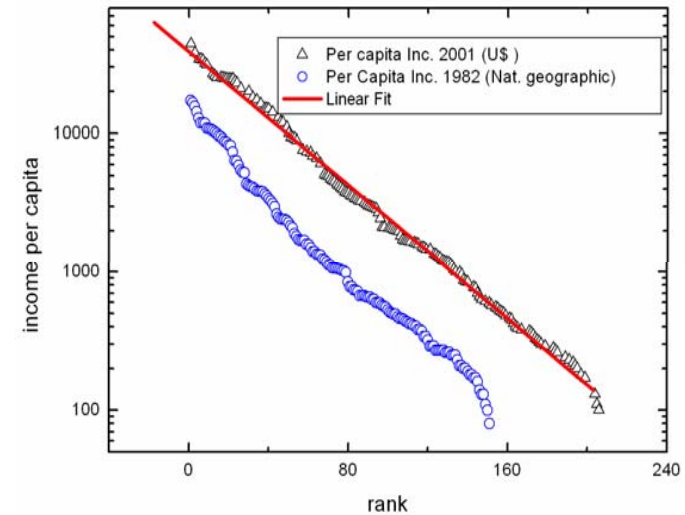


Fig. 48



¿CÓMO FUNCIONA EL TODO?:

LO IMPORTANTE NO SON LAS PARTES SINO LAS INTERACCIONES

**LOS FENOMENOS EMERGENTES VIENEN CONDICIONADOS
POR LAS REDES DE INTERACCIÓN:**

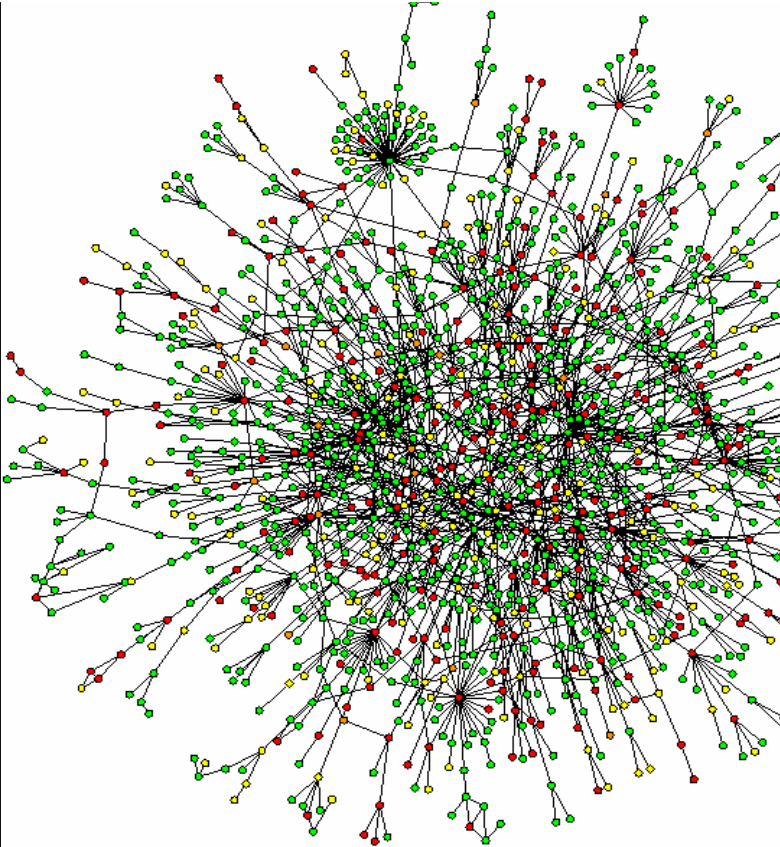


NODO: ELEMENTO INDIVIDUAL



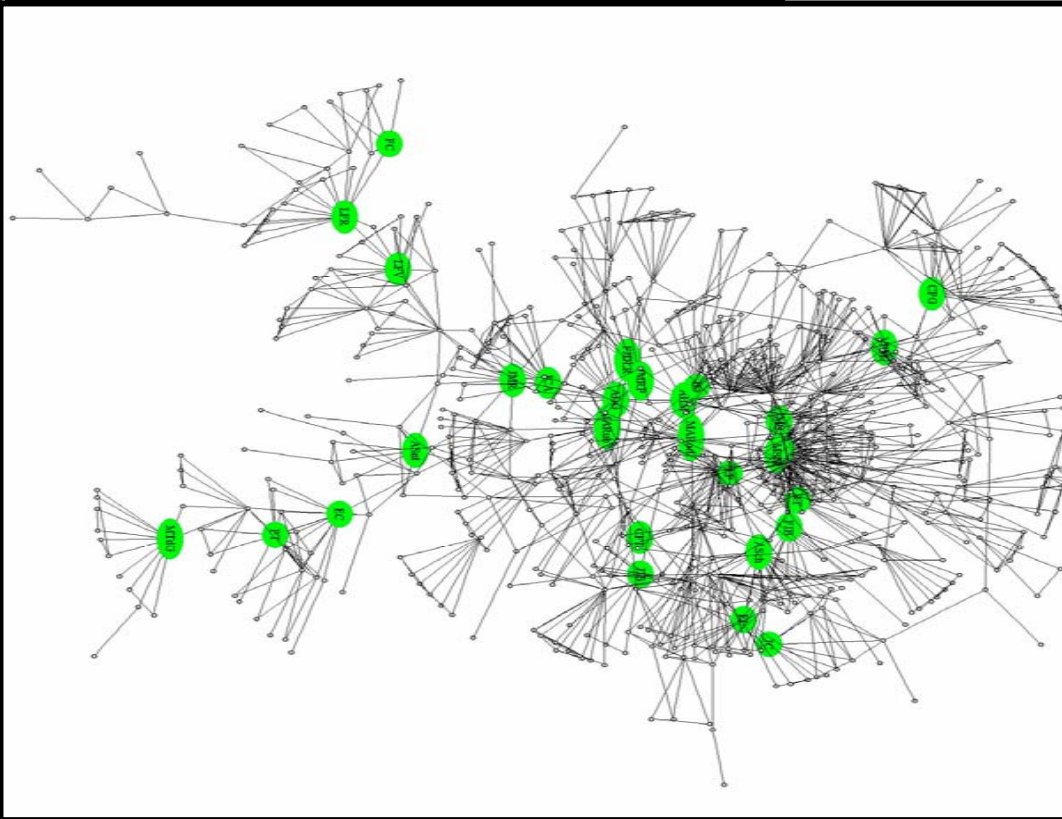
ENLACE: INTERACCIÓN ENTRE DOS NODOS

INTERACCIONES DE PROTEINAS



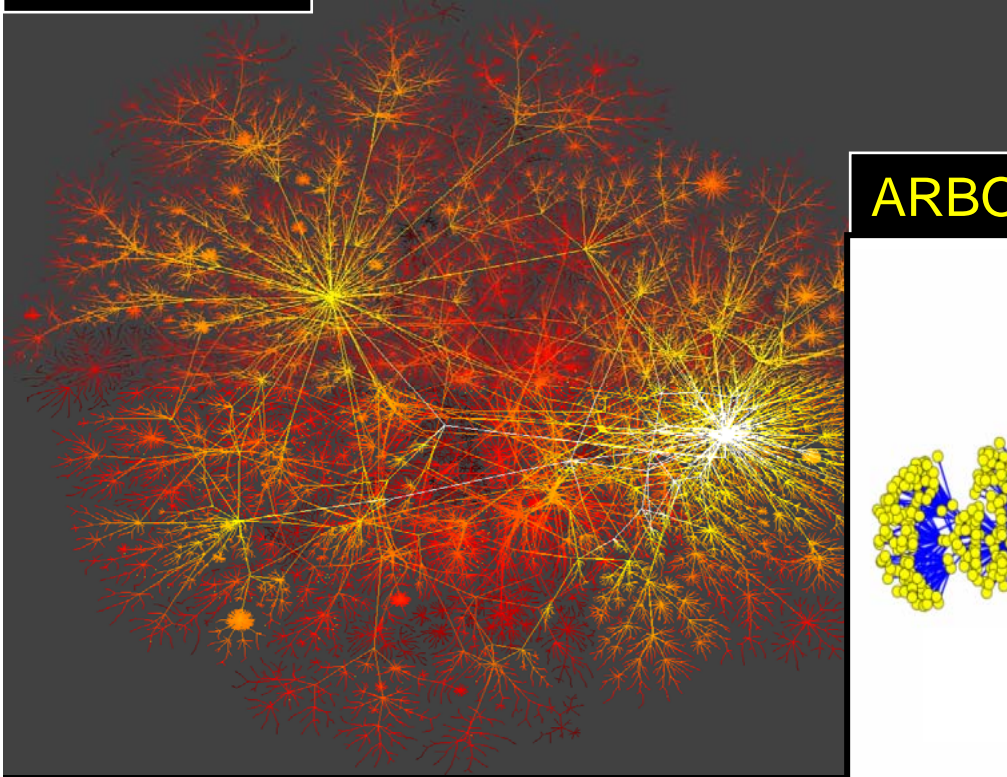
H. Jeong, S.P. Mason, A.-L. Barabasi, Z.N. Oltvai, Nature 411, 41-42 (2001)

COLABORACION CIENTIFICA



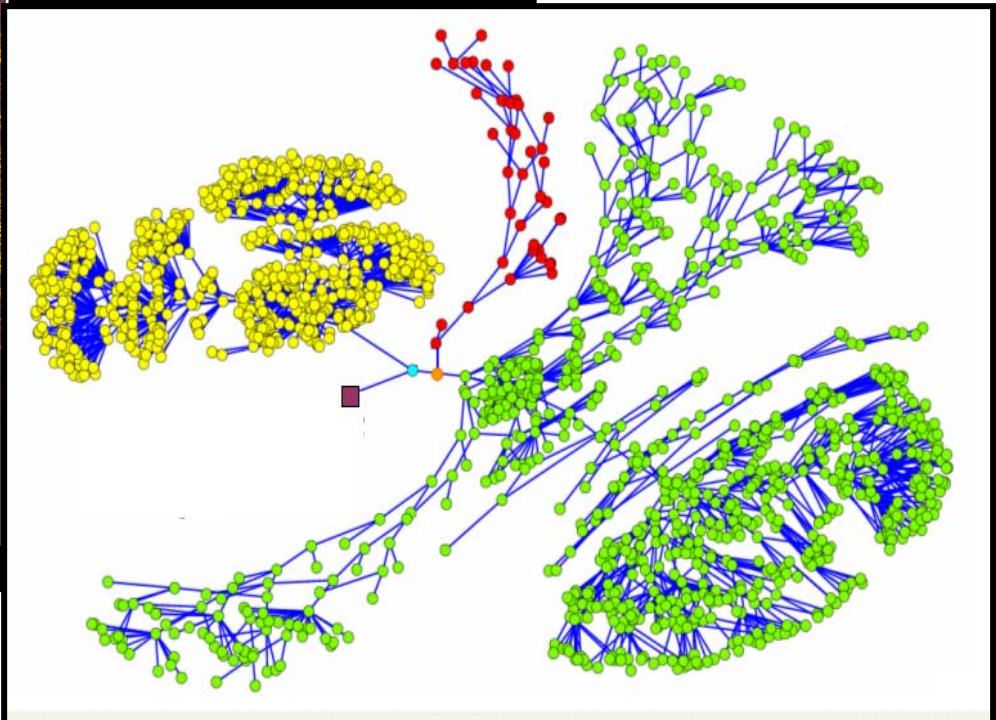
A. Díaz-Guilera, Red FISES

INTERNET



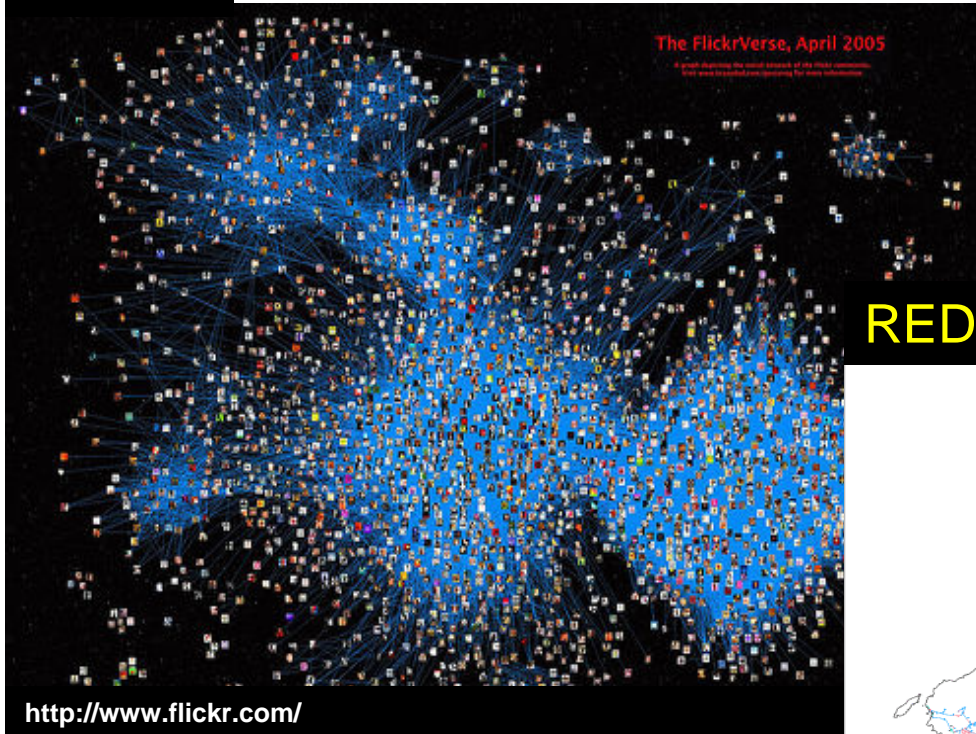
By K. C. Claffy

ARBOL DE LA VIDA

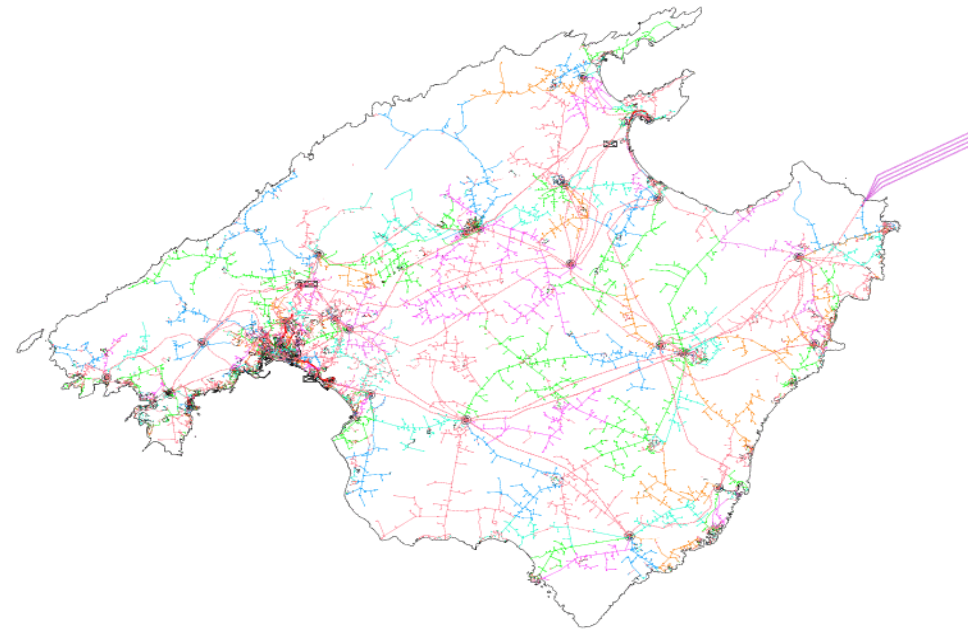


Herrada et al PLoS ONE 3, e2757 (2008)

FLICKR

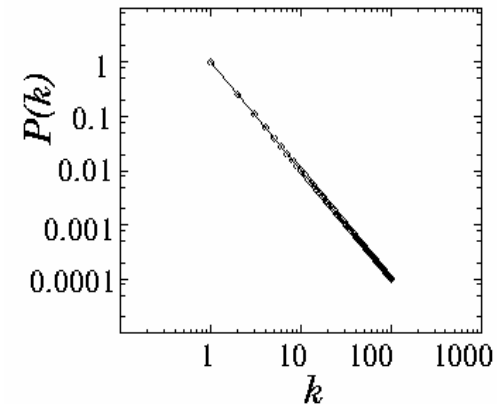
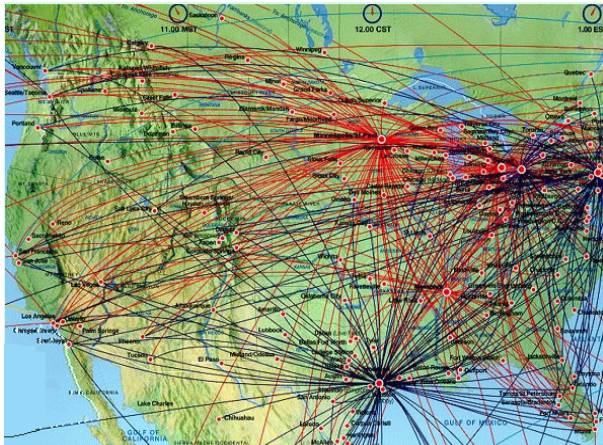


RED ELECTRICA



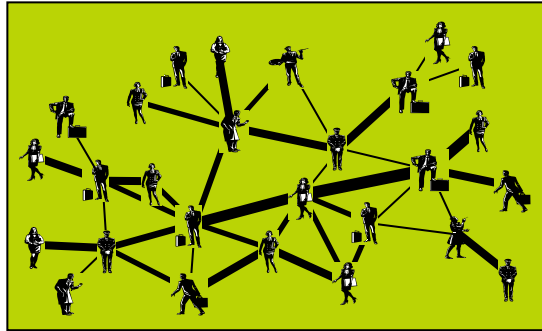
CARACTERÍSTICAS **COMPLEJAS** DE LAS REDES DE INTERACCIÓN

- * **LIBRES DE ESCALA:** LEY DE POTENCIAS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE GRADO



- * **PEQUEÑO MUNDO :** ENTRE ORDEN Y DESORDEN

SMALL WORLD

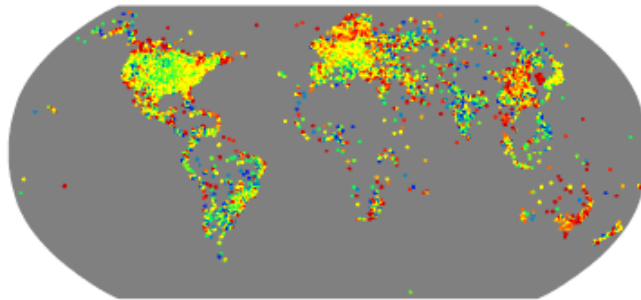


EL MUNDO ES UN PAÑUELO

S. Milgram (1969): 296 personas

Nebraska → Boston

SEIS GRADOS de separación



Leskovic and Horwitz (2008)

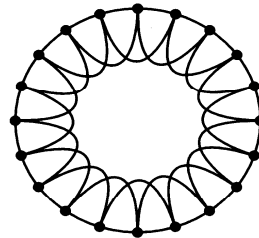
240 Millones personas,
30.000 millones conversaciones MSN Microsoft
Distancia media: **6,6 GRADOS**

Figure 7: Number of users at a particular geographic location. Color of dots represents the number of users.

MODELIZACIÓN

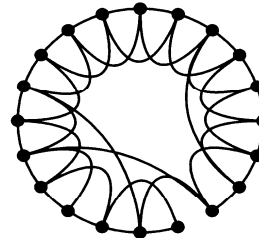
Watts y Strogatz (1998)

ORDENADA

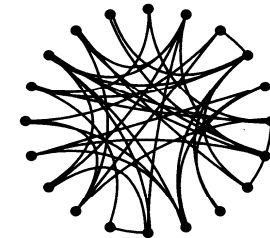


$p = 0$

Small World



ALEATORIA



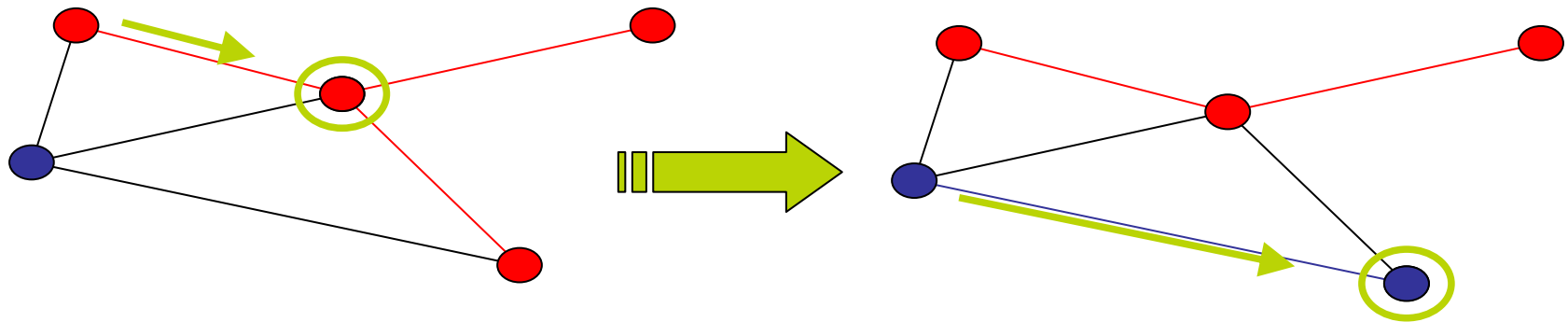
$p = 1$

Comportamiento gregario
o “los borregos”



Dos opiniones o acciones: ● ●

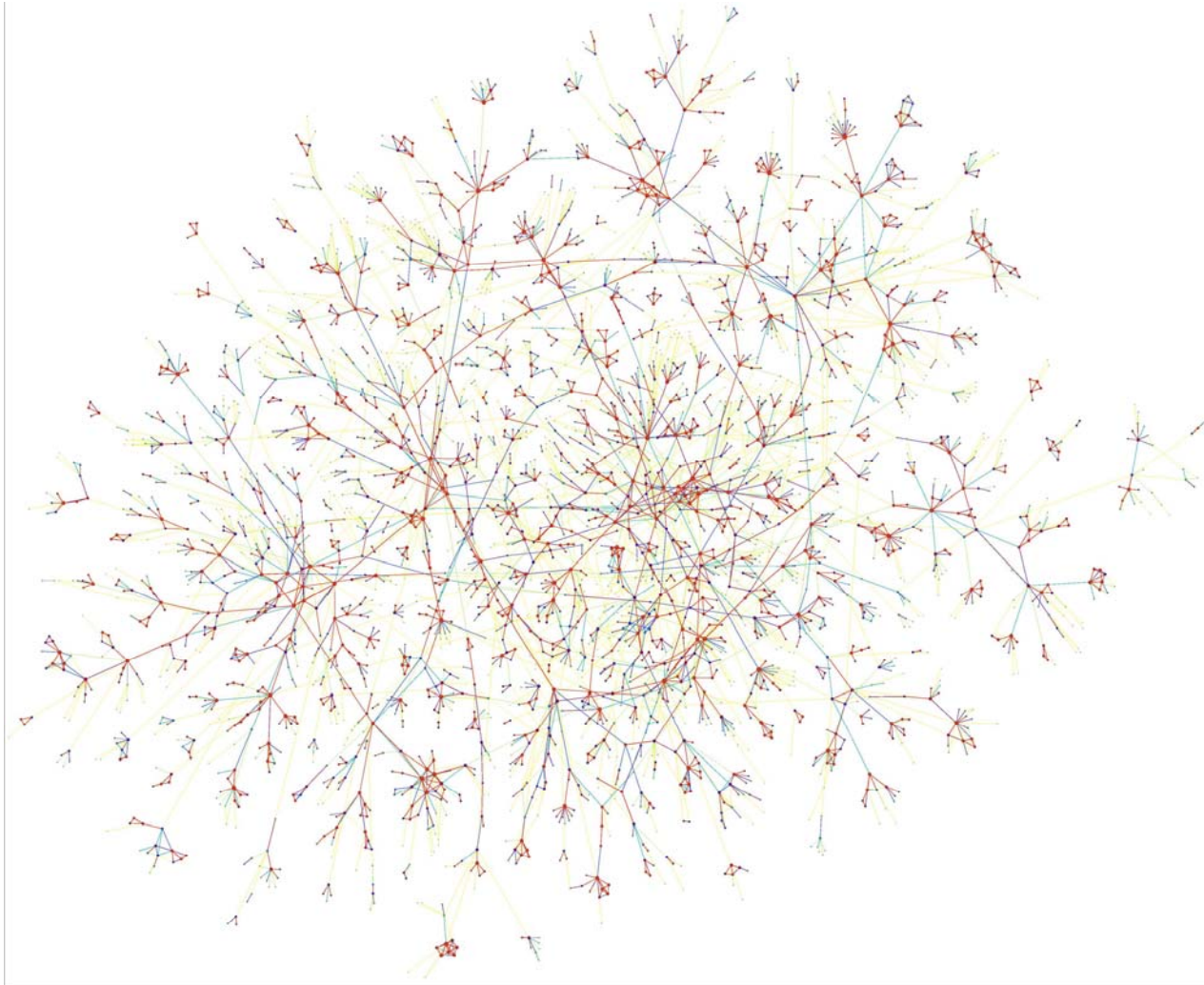
Interacción: copiar a un vecino al azar

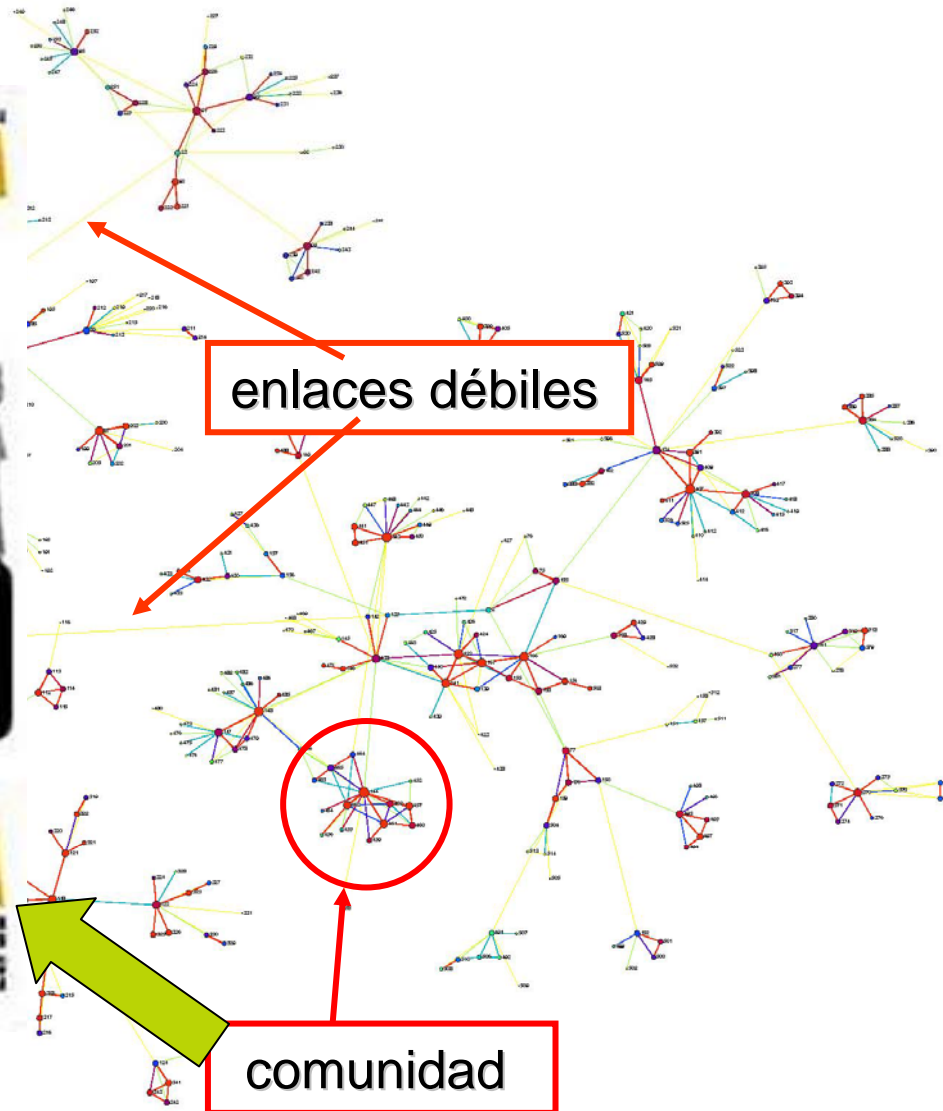


PREGUNTAS:

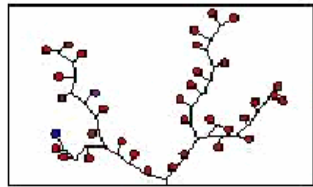
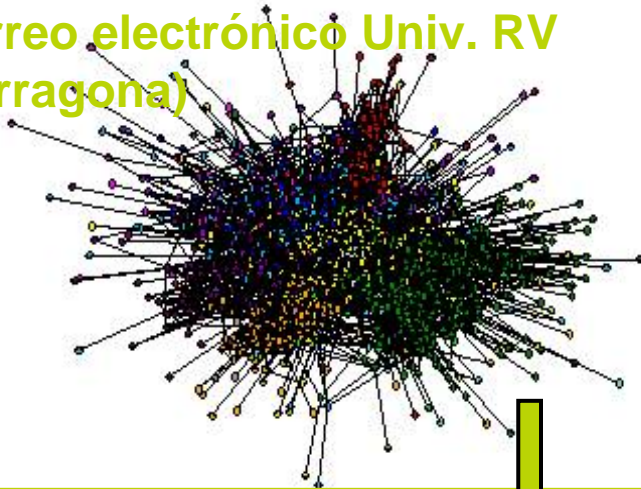
¿Se llega a una sólo opinión? ¿Cómo depende de la red de interacciones?

http://ifisc.uib-csic.es/research/applet_complex/Voterapplet/applet.html

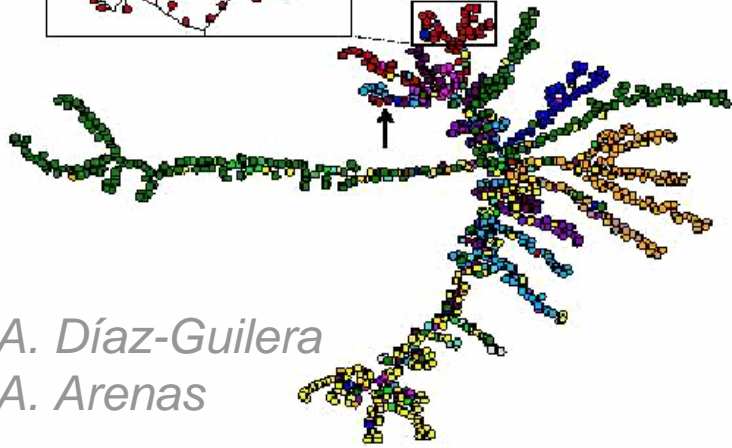




Correo electrónico Univ. RV (Tarragona)



comunidades

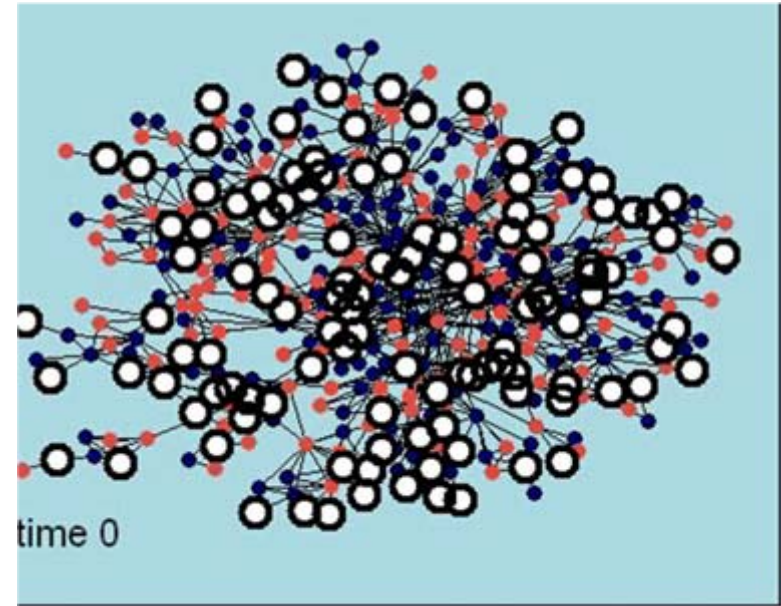


A. Díaz-Guilera
A. Arenas

(a)

COMUNIDADES

CONSENSO SOCIAL



Opción 1: ●

Opción 2: ●

Agentes dobles: ○

X. Castelló et al. (2007)

- * Puede ayudar a los responsables de planificación y elaboración de políticas a liberarse de su propensión al pensamiento lineal, y a promover una mayor sofisticación en su percepción de las relaciones causa-efecto.

(P. Ball, Critical Mass)

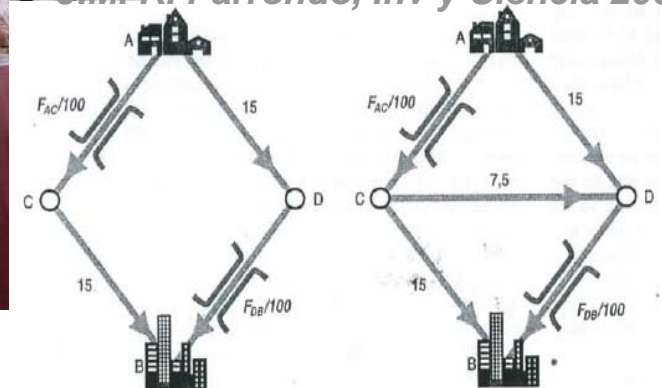
Sociedad del conocimiento



Capacidad de análisis crítico



J.M. R. Parrondo, Inv y Ciencia 2002





EQUIPO IFISC

GRACIAS!

