

Sistemas Complejos y Teoria de Redes



Dr. Ariel Chernomoretz

Sobre el curso

- Nombre

- Grado: *Introducción a Redes Complejas con Aplicaciones a Biología de Sistemas (FIS870183)*
- Posgrado: *Sistemas Complejos y Teoría de Redes con Aplicaciones a Biología de Sistemas (DOC8800776)*

- Recursos:

materias.df.uba.ar/rca2022c2/



Régimen teórico-práctico

Fecha	Teórica		Biblio	Prácticas
04/14/2020	01_ <u>Sistemas Complejos</u>	pdf		G0: Git / Python / R
04/16/2020	02_ <u>Redes Sociales 1</u>	pdf		G1: SNA
04/21/2020	03_ <u>Redes Sociales 2</u>	pdf		TC1: <u>Conceptos Basicos</u>
04/23/2020	04_ <u>IntroBio v02</u>	pdf		
04/28/2020	05_ <u>Redes Biológicas</u>	pdf		
04/30/2020	06_ <u>Conceptos Basicos</u>	pdf		G2: <u>Conceptos Basicos</u>
05/05/2020	07_ <u>Estructura a gran escala</u>	pdf		TC2: <u>Estructura a gran escala</u>
05/07/2020	08_ <u>Correlaciones en la red</u>	pdf		
05/12/2020	09_ <u>Centralidad</u>	pdf		
05/14/2020	10_ <u>Centralidad Letalidad</u>	pdf		TC3: <u>Centrality-Lethality Rule</u>
05/19/2020	11_ <u>Random Networks I</u>	pdf		G3: <u>Redes Aleatorias</u>
05/21/2020	12_ <u>Random Networks II</u>	pdf		
05/26/2020	13_ <u>Similaridad Community Structure</u>	pdf		
05/28/2020	14_ <u>Community Structure 1</u>	pdf		G4: <u>Comunidades</u>
06/02/2020	15_ <u>Community Structure 2</u>	pdf		TC4: <u>Comunidades</u>
06/04/2020	16_ <u>Gene Ontology / Integración de espacios</u>	pdf		
06/09/2020	17_ <u>Caminos y Laplacianos</u>	pdf		
06/11/2020	18_ <u>Network Prioritization</u>	pdf		Entrega G4/TC4
06/16/2020	<u>consultas proyecto</u>			
06/18/2020				
06/23/2020				
06/25/2020				
06/30/2020				PF: 1era presentación oral (5')
07/02/2020	<u>consultas proyecto</u>			
07/07/2020				
07/09/2020				PF: 2da presentación oral (5')
07/14/2020				
07/16/2020				Práctica Full (No hay teórica)
07/21/2020	<u>consultas proyecto</u>			
07/23/2020				
07/28/2020				PF: presentación oral final (15')

- Guías de problemas: 4
- Trabajos Computacionales
 - 4 Guías Computacionales
 - 1 Proyecto paper
- **Proyecto final (grupos)**

Aprobación:

- Prácticas:
 - Guía de problemas
 - Tr. Computacionales
- Teóricas:
 - Proyecto final

Sobre el curso

- Textos
 - “Networks: an Introduction”, Mark Newman
 - “Network Science”, Albert-Laszlo Barabasi
<http://barabasi.com/networksciencebook/>
<http://barabasilab.neu.edu/networksciencebook/downloadPDF.html>
 - “Networks, crowds and markets”, Easley & Kleinberg.
<http://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/networks-book>
- Papers:
 - Ver pagina de materia:
 - Material Adicional > Repositorio

http://materias.df.uba.ar/rca2022c2

Redes Complejas – 2do cuatrimestre 2022

Prof. Chernomoretz



Principal Programa Cronograma Guías Bibliografía Material Adicional Parciales

Sobre herramientas computacionales....

Posted on **Julio 28, 2022**

Durante la cursada, será necesario adquirir conocimientos básicos de alguna herramienta de programación de alto nivel (R, Python, matlab) que les permita trabajar con redes. Cualquiera lenguaje es admitido...pero...un poco por la experiencia de cursadas anteriores, **Python** suele ser una opción popular. Sabemos que el bagaje de conocimientos en programación dentro del curso es diverso, pero estamos convencidos que todos podrán realizar las prácticas requeridas si le dedican el tiempo suficiente. Les dejamos algunas sugerencias de tutoriales sobre **Python** para que puedan ir calentando motores [Gracias Agustín Somacal y Gonza Urbarri]:

- **Python a paso moderado** : Uno bastante completo. Avanza de a poco, pero avanza.
- **Python en 10 minutos** : Tutorial rápido, ideal para gente que se muda de otro lenguaje.
- **Python ejercicios** : Serie de 30 ejercicios que comienzan con lo básico y cubre desde lectura y escritura de archivos hasta scraping básico de html de páginas

SUSCRIBITE
You may manage your subscription options from your [profile](#)

ENTRADAS RECIENTES

- Sobre herramientas computacionales....
- Bienvenid@s!

COMENTARIOS RECIENTES

CATEGORIAS

- **Novedades**

AGOSTO 2022

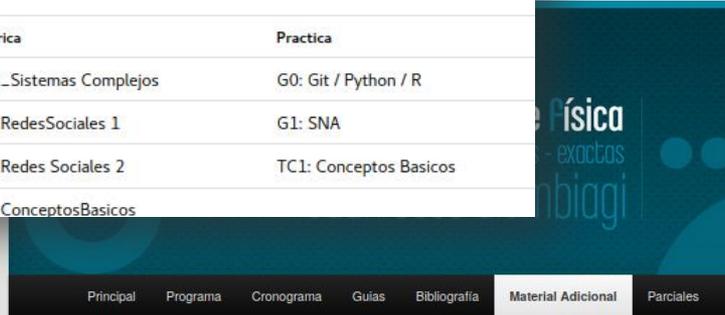
D L M X J V S



Principal Programa **Cronograma** Guías Bibliografía Material Adicional Parciales

Cronograma

Fecha	Teorica	Practica
16/08	*01_Sistemas Complejos	G0: Git / Python / R
18/08	02_Red Sociales 1	G1: SNA
23/08	03_Red Sociales 2	TC1: Conceptos Basicos
25/08	06_ConceptosBasicos	



Principal Programa Cronograma Guías Bibliografía **Material Adicional** Parciales

Material Adicional

- Proyectos especiales de cursadas anteriores [[link](#)]
- Repositorio papers [[link](#)]
- Repositorio de datos y redes [[link](#)]

Vivimos en un mundo complejo

Sistemas Complejos

RAE:

complejo, ja Del lat. *complexus*, part. pas. de *complecti* 'enlazar'.

1. adj. Que se compone de elementos diversos.
2. adj. complicado (enmarañado, difícil).
3. m. Conjunto o unión de dos o más cosas que constituyen una unidad. Complejo vitamínico.
4. m. Conjunto de establecimientos industriales generalmente próximos unos a otros.
5. m. Conjunto de edificios o instalaciones agrupados para una actividad común.
6. m. Psicol. Conjunto de ideas, emociones y tendencias generalmente reprimidas y asociadas a experiencias del sujeto, que perturban su comportamiento.

La verdad oculta en las palabras

RAE:

complejo, ja Del lat. *complexus*, part. pas. de *complecti* 'enlazar'.

1. adj. Que **se compone de elementos diversos**.
2. adj. complicado (enmarañado, difícil).
3. m. Conjunto o unión de dos o más cosas que constituyen una unidad. Complejo vitamínico.
4. m. Conjunto de establecimientos industriales generalmente próximos unos a otros.
5. m. Conjunto de edificios o instalaciones agrupados para una actividad común.
6. m. Psicol. Conjunto de ideas, emociones y tendencias generalmente reprimidas y asociadas a experiencias del sujeto, que perturban su comportamiento.



WIKIPEDIA
La enciclopedia libre

Sistema complejo

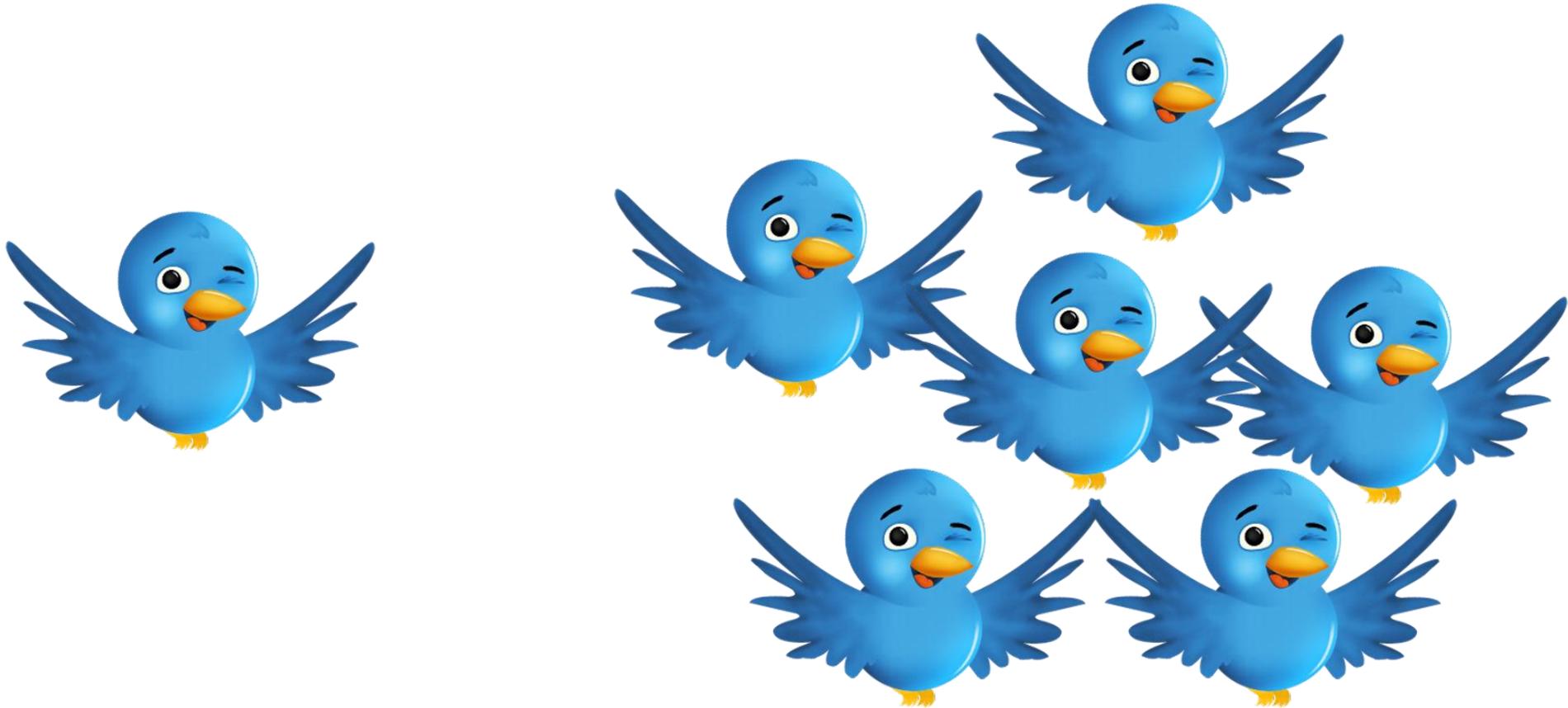
Un **sistema complejo** está compuesto por **varias partes interactuantes**. Como resultado de las interacciones entre elementos, surgen **propiedades nuevas** que no pueden explicarse a partir de las propiedades de los elementos aislados. Dichas propiedades se denominan **propiedades emergentes**.

Sistemas Complejos y Pajaritos



Cada pájaro aprende cómo volar desde sus primeros días

Sistemas Complejos y Pajaritos



Qué reglas sigue **un** pájaro para volar?

Cómo funciona un **sistema** formado por **muchos** pájaros?

Sistemas Complejos y Pajaritos



Sistemas Complejos y Pajaritos

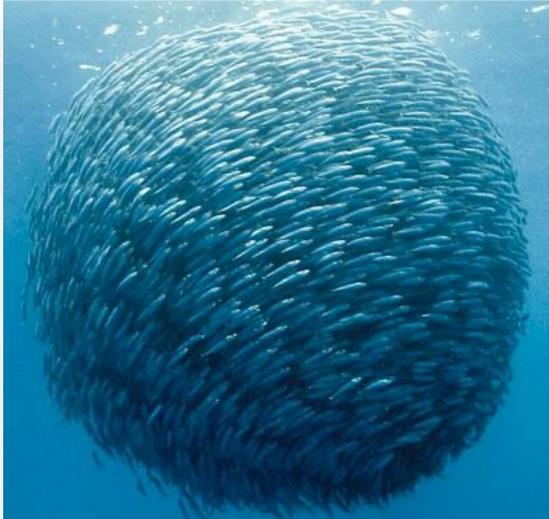
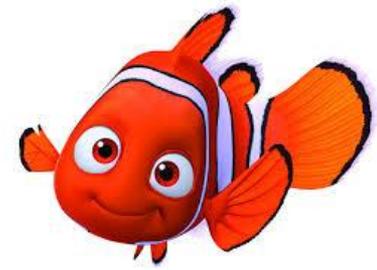


3 reglas para volar c/amigos

1. Mantenerse cerca de otros (pero no demasiado!)
2. Volar a una velocidad parecida que mis vecinos
3. Tratar de ir hacia el centro

- Muchos elementos interactuantes
- Ausencia de control centralizado
- **Reglas simples** dan lugar a **comportamientos complejos** emergentes.

Sistemas Complejos y peces

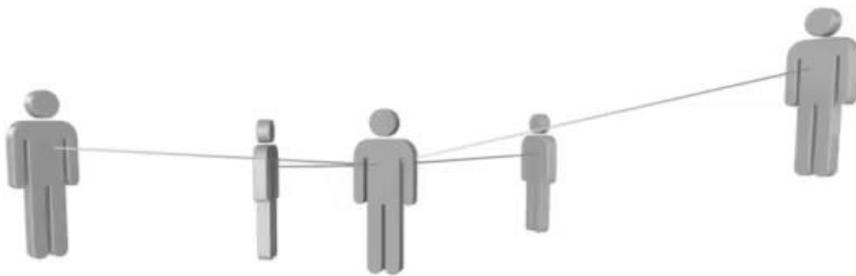


- muchos agentes
- leyes de interacción simples

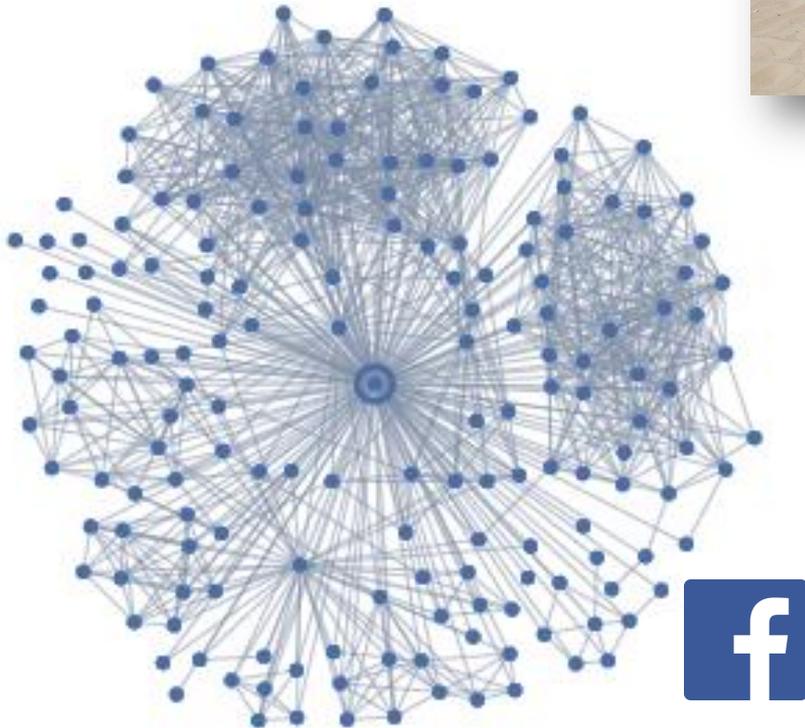


- ✓ **comportamientos emergentes** no-triviales pueden apreciarse a gran escala
- ✓ Estructura de organización en otra escala
- ✓ Aparece capacidad de desarrollar una **funcionalidad en esa escala**

Patrones a gran escala ...nos dicen cosas



Patrones a gran escala ...nos dicen cosas



Sistemas Complejos

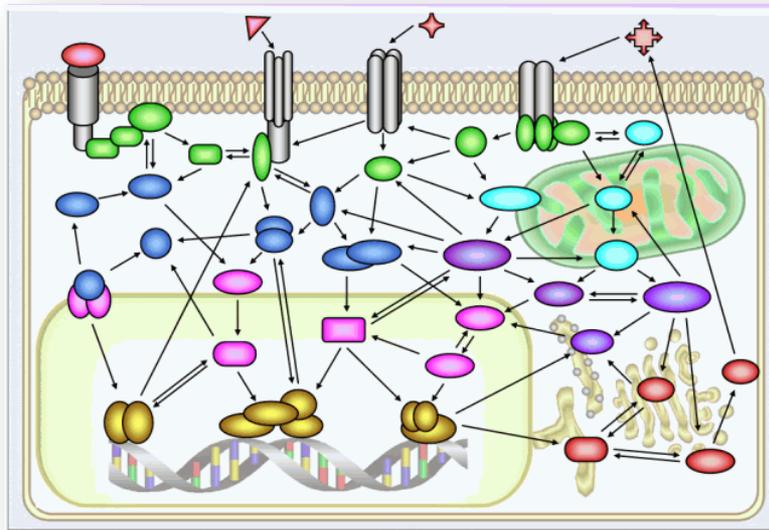
Comportamiento social (cocktail party)



Comportamiento bursátil



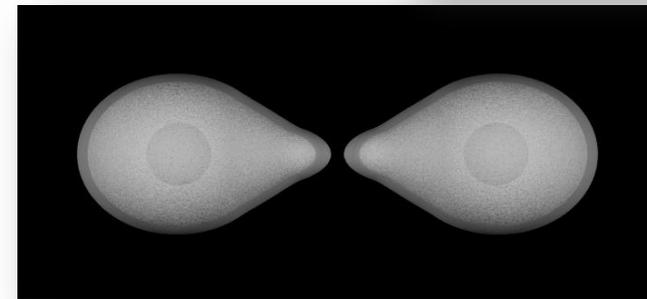
La célula como sistema complejo



Escala *molecular*

Escala *intra-celular*

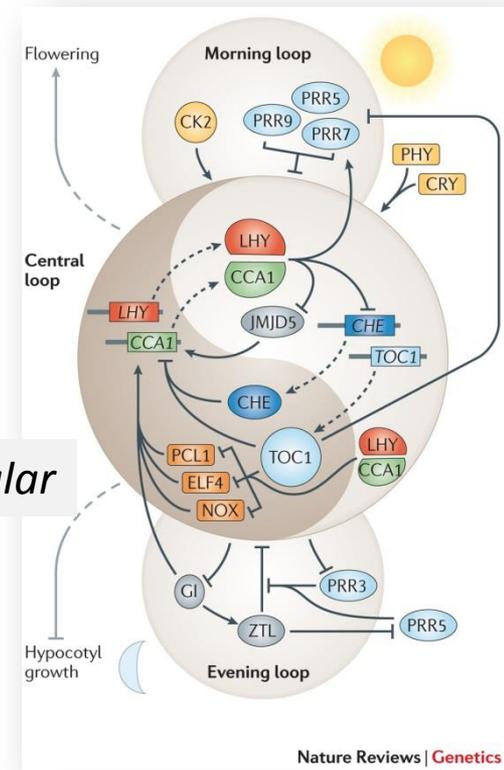
Escala *celular*



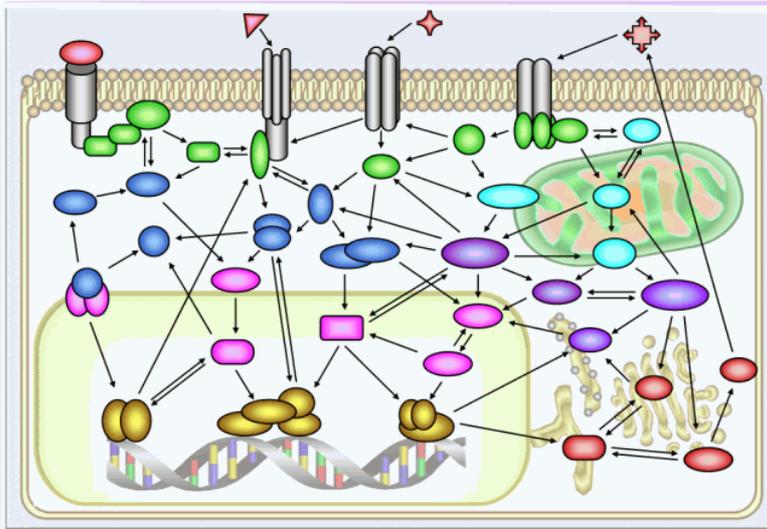
Escala *organismo*



Biología como *propiedad emergente*



Complejidad multiescala



Escala *molecular*

- Sistema abierto
- Muchísimos grados de libertad
- Interacciones no-lineales
- Diferentes escalas espacio-temporales

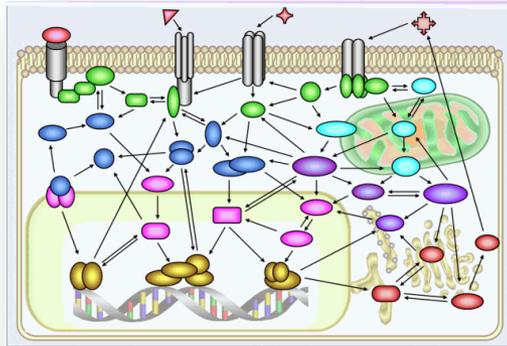


Escala *celular*

- Funcionalidad biológica
- Fenotipo celular
- ...

Propiedades emergentes

Más es diferente...



4 August 1972, Volume 177, Number 4047

SCIENCE

More Is Different

Broken symmetry and the nature of the hierarchical structure of science.

P. W. Anderson

less relevance they seem to have to the very real problems of the rest of science, much less to those of society.

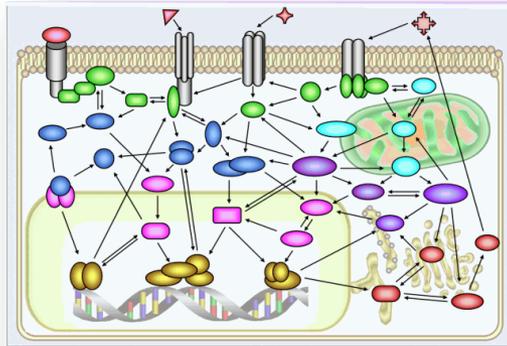
The constructionist hypothesis breaks down when confronted with the twin difficulties of scale and complexity. The behavior of large and complex aggregates of elementary particles, it turns out, is not to be understood in terms of a simple extrapolation of the properties of a few particles. Instead, at each level of complexity entirely new properties appear, and the understanding of the new behaviors requires research which I think is as fundamental

Reduccionismo ≠ Constructivismo

“...The ability to reduce everything to simple fundamental laws does not imply the ability to start from those laws and reconstruct the universe. ...”

“... The constructionist hypothesis breaks down when confronted with the twin difficulties of **scale and complexity**. The behavior of large and complex aggregates of elementary particles, it turns out, is not to be understood in terms of a simple extrapolation of the properties of a few particles. Instead, **at each level of complexity entirely new properties appear** and the understanding of the new behaviors requires research which I think is as fundamental in its nature as any other.

Más es diferente...



4 August 1972, Volume 177, Number 4047

SCIENCE

less relevance they seem to have to the very real problems of the rest of science, much less to those of society.

The constructionist hypothesis breaks down when confronted with the twin difficulties of scale and complexity. The behavior of large and complex aggregates of elementary particles, it turns out, is not to be understood in terms of a simple extrapolation of the properties of a few particles. Instead, at each level of complexity entirely new properties appear, and the understanding of the new behaviors requires research which I think is as fundamental

More Is Different

Broken symmetry and the nature of the hierarchical structure of science.

P. W. Anderson

Ciencia X ^{no es} Ciencia Y

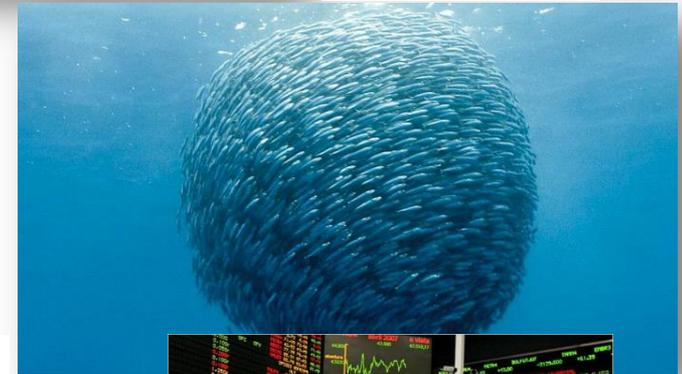
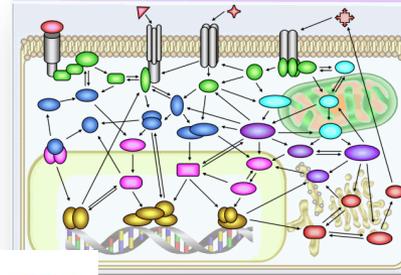
solid state or
many-body physics
chemistry
molecular biology
cell biology
·
·
·
psychology
social sciences

elementary particle
physics
physics
many-body physics
chemistry
molecular biology
·
·
·
physiology
psychology

Que entidades elementales de la ciencia-X obedezcan leyes de la ciencia-Y, **no implica** que ciencia-X sea solamente ciencia-Y aplicada. 22

Sistemas Complejos

- Sistemas abiertos
- Agentes + interacciones
- Ausencia de control centralizado
- Existencia de lazos de retroalimentación
- Estructura modular/jerarquica
- Reglas simples dan lugar a comportamientos complejos emergentes.

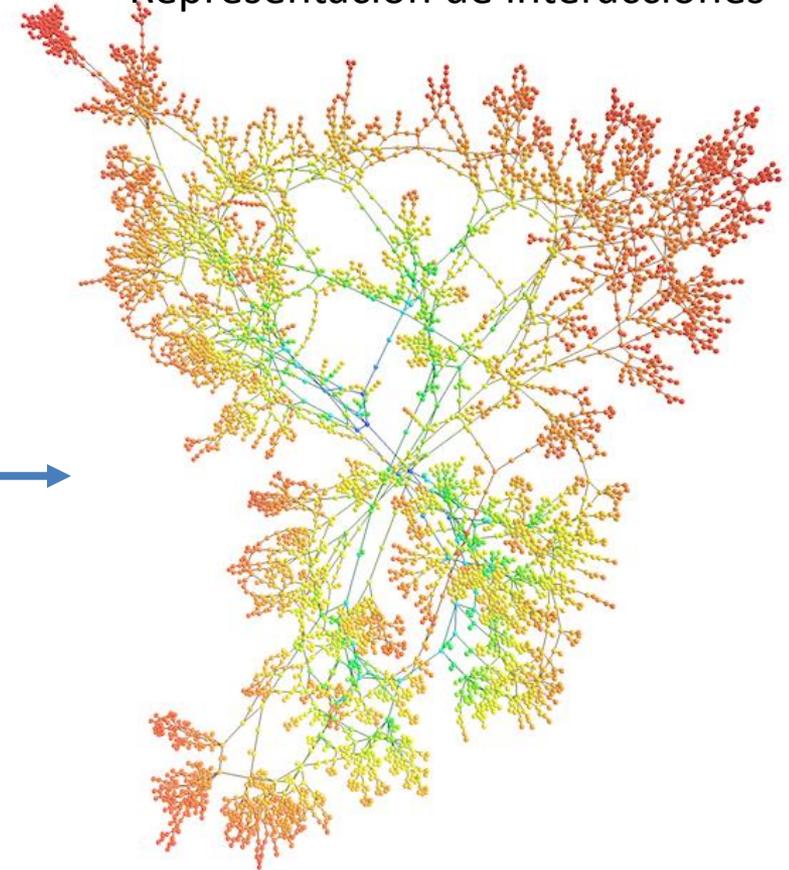
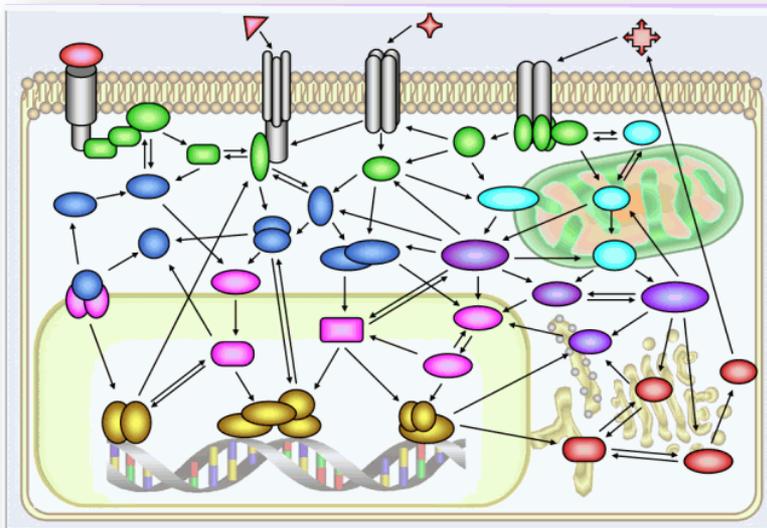


Sistemas Complejos

- Diversos fenómenos pueden ser abordados como sistemas complejos: sociales, tecnológicos, biológicos, etc
- Detrás de cada **sistema complejo** es posible identificar una **red de interacciones** entre sus componentes
- **Teoría de redes**: caracterización de la estructura de interconexionado sobre la que se monta la complejidad del sistema

La metáfora de redes

Representación de interacciones

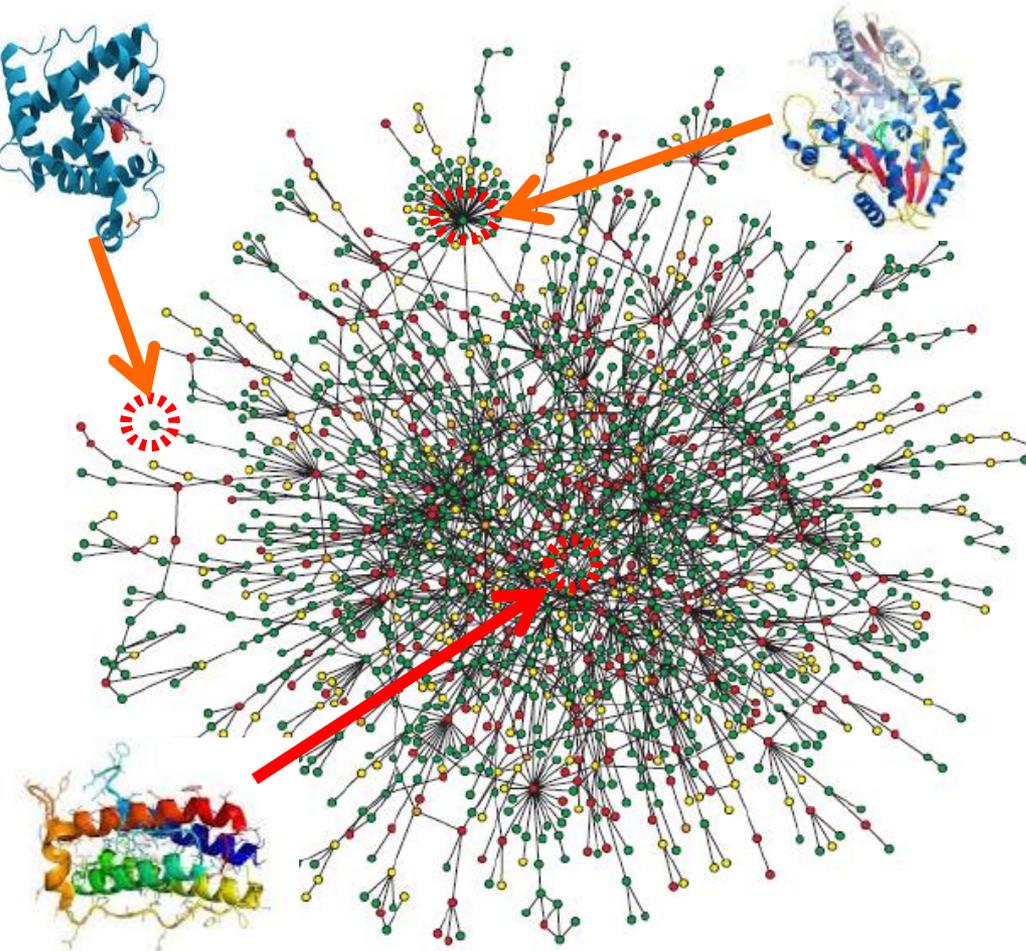


- **funcionalidad biológica**
- **estado global**
- **comportamiento a escalas mayores**



patrones de conectividad y organización locales y globales en redes

Ejemplo: redes de interacción de proteínas



Biología

- Escencialidad
- Funcion biológica
- Estudio de enfermedades



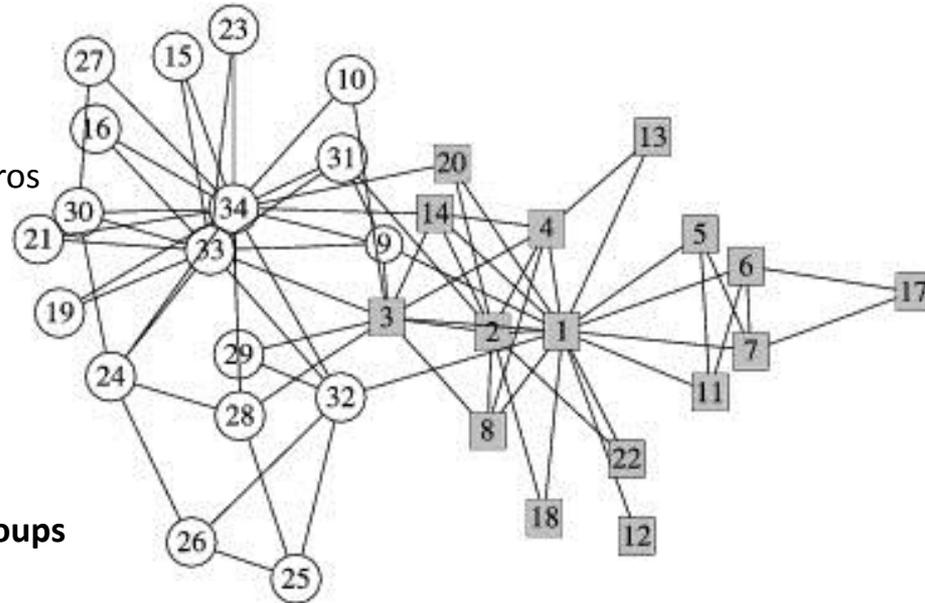
Pero es posible 'aprender' a partir de la estructura de una red?

Veamos el siguiente ejemplo...

Ejemplo: Redes sociales

Zachary's Karate club:

- Club de karate observado por el antropólogo Wayne Zachary por 3 años
- Red de 34 miembros
- Dinámica social fuera de las actividades del club (78 interacciones documentadas)
- Durante el estudio, el club se dividió en 2: con 16 miembros cercanos al **Sr. Hi** (instructor, nodo ...), 18 miembros cercanos a **Mr John A** (administrador, nodo ...)
- Antes del colapso hubo intentos de reclutamiento desde ambos lados



An Information Flow Model for Conflict and Fission in Small Groups

Wayne W. Zachary

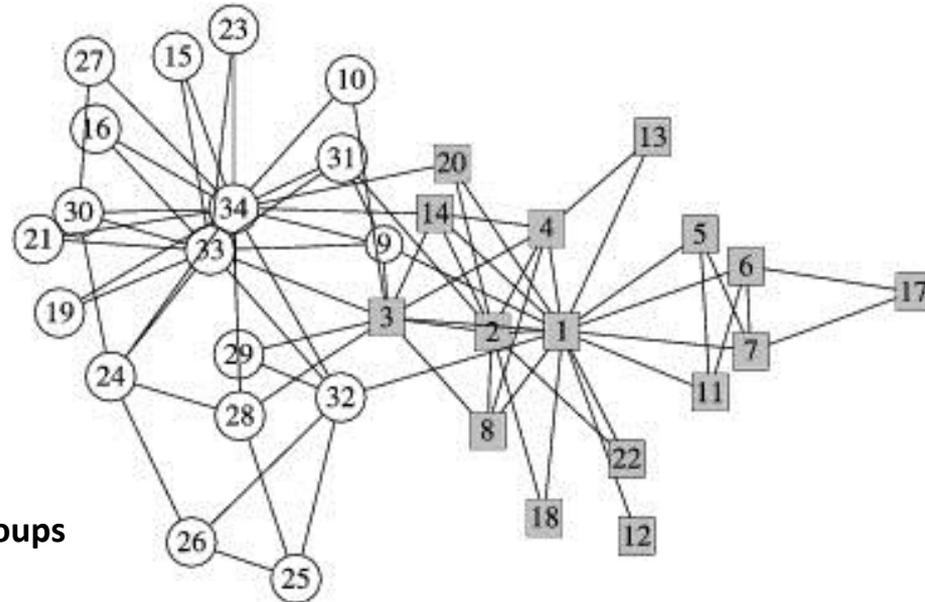
Journal of Anthropological Research

Vol. 33, No. 4 (Winter, 1977), pp. 452-473

Ejemplo: Redes sociales

Zachary's Karate club:

- Dinamica social capturada en lenguaje de grafos
- Estructura relevada resuena con *fenotipo-comportamental*
- Gran aporte de las **ciencias sociales** al desarrollo del area



An Information Flow Model for Conflict and Fission in Small Groups

Wayne W. Zachary

Journal of Anthropological Research

Vol. 33, No. 4 (Winter, 1977), pp. 452-473

Ejemplo: Redes sociales

Zachary's Karate club:



Zachary's Karate club club:



If your method doesn't work on this network then go home.

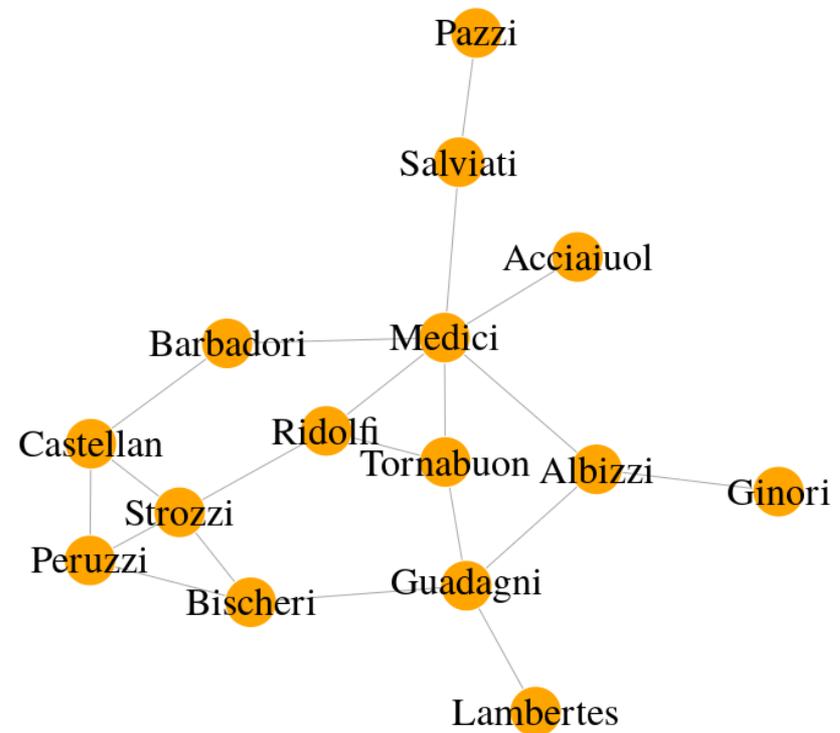
Los Médici de Florencia



La familia Médici fue una de las familias más poderosas e influyentes del renacimiento florentino

No eran necesariamente los más ricos, ni de la más alta alcurnia

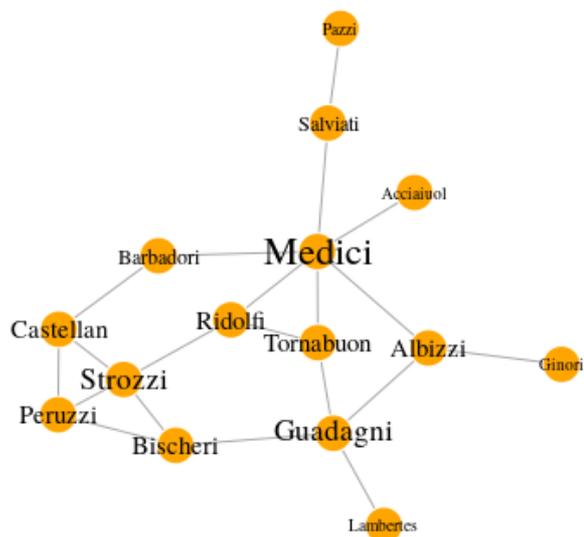
Gran parte de esta situación **se puede explicar** por su posición dentro de la red de enlaces matrimoniales.



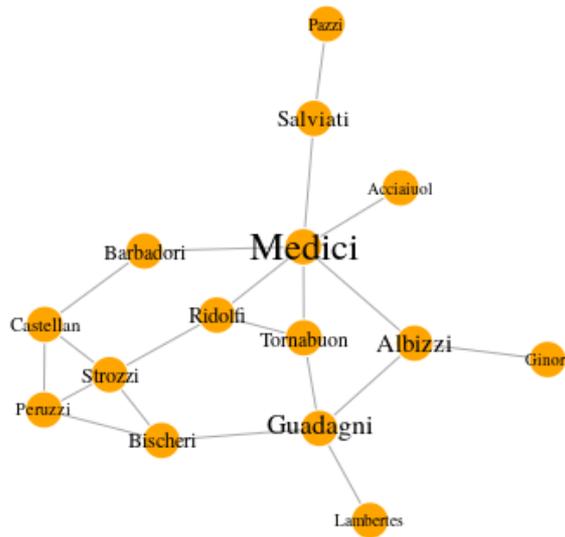
Los Médici de Florencia



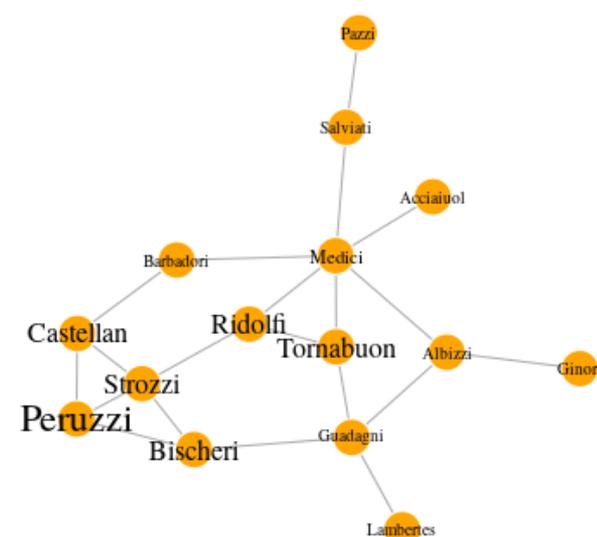
Medidas de **importancia** de un nodo (algunas)



grado



intermediatez (a.k.a
betweenness)

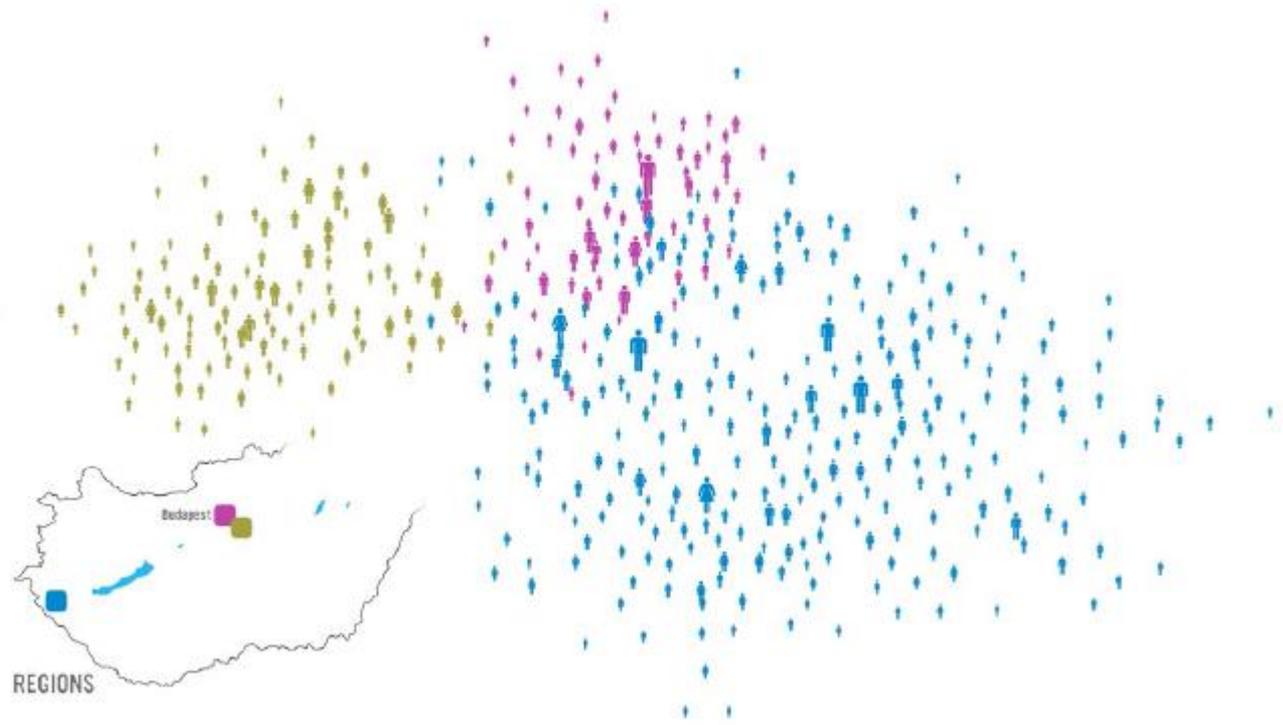


transitividad

Management

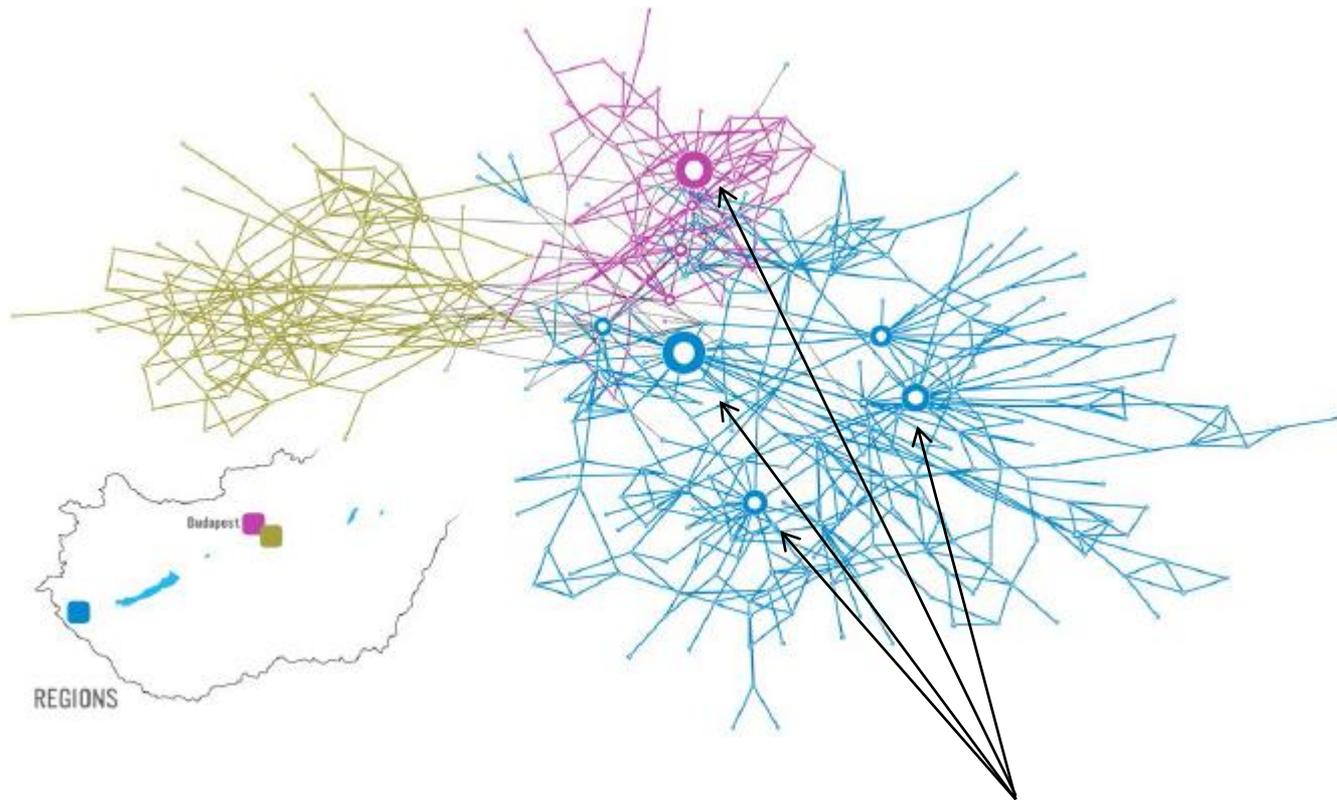
- Problema de **flujo de información** en empresa Hungara
- Cadena oficial de mando VS red de información informal
- Importancia de mapear la red estructural efectiva de la organización

- Esquema de empleados de una empresa húngara con tres filiales
- La información que llegaba a los empleados sobre objetivos de la cia no era la originalmente ideada por cargos de dirección



Management

Mapeo de resultados a **lenguaje de grafos**: *¿a quién consultas para tomar decisiones?*

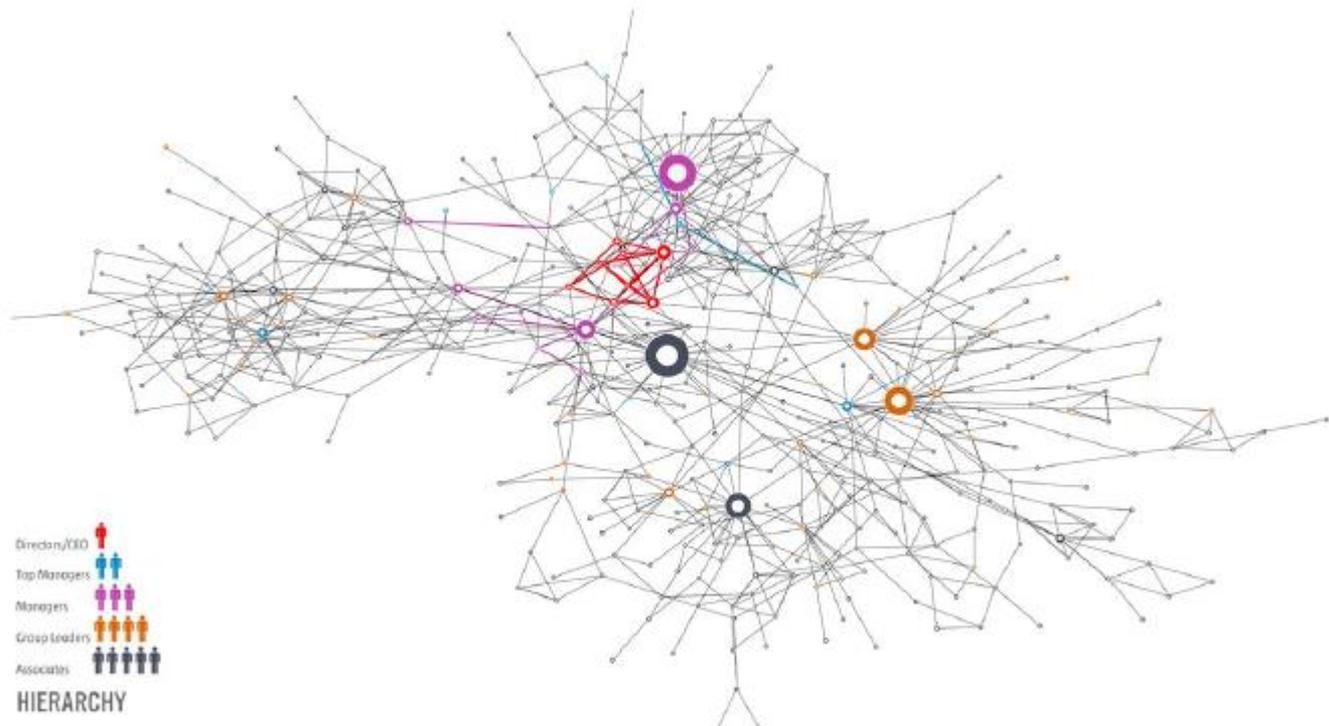


Identificación de individuos de alta influencia

Management

Puesta en contexto: ranking dentro de la jerarquía organizacional

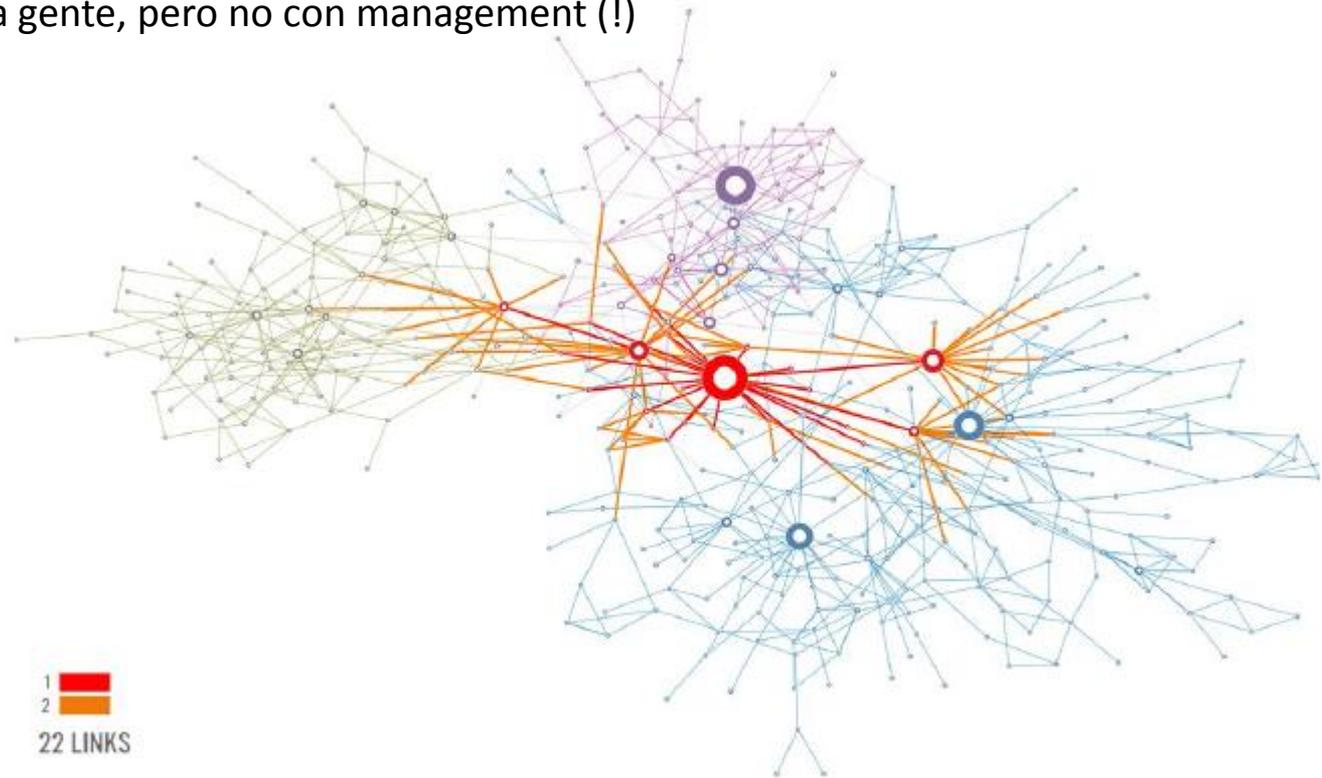
- Ninguno de los hubs ocupan puestos de management
- Hubs provienen de rangos bajos: *managers, group leaders, associated*



Management

Red de influencia del empleado más conectado (1eros y 2dos vecinos)

- Empleado de Seguridad y problemáticas ambientales
- Visita regularmente diferentes instalaciones
- Conectado con mucha gente, pero no con management (!)
- *Gossip center*



Referencias

- **More is Different**, Anderson, *Science* (1972)
- <http://www.britannica.com/science/complexity-scientific-theory>
- <http://www.santafe.edu/media/workingpapers/06-10-036.pdf>
- **An Information Flow Model for Conflict and Fission in Small Groups**, Wayne W. Zachary, *Journal of Anthropological Research* Vol. 33, No. 4 (Winter, 1977), pp. 452-473

