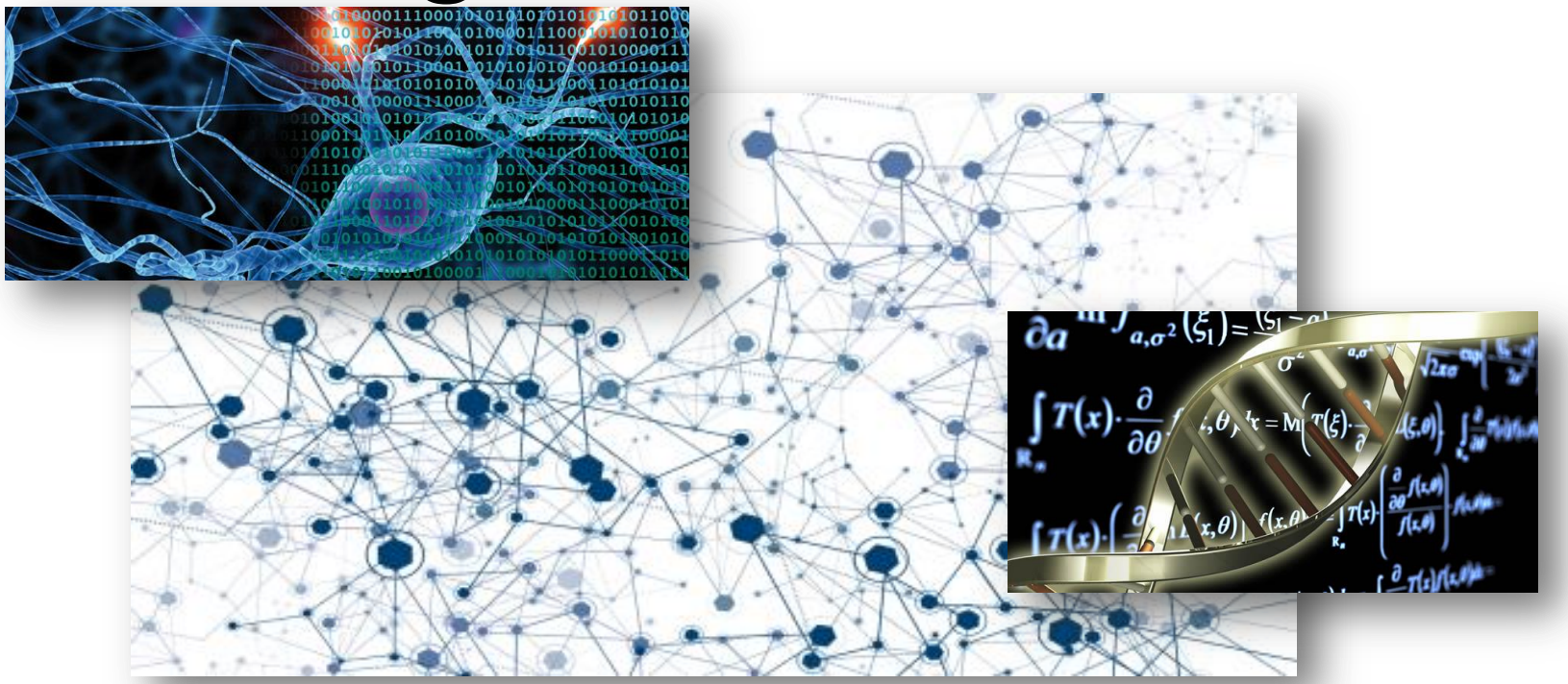
Redes Complejas
en Biología de Sistemas



Dr. Ariel Chernomoretz

Sobre el curso

- Nombre
  - Grado: Biofísica
  - Posgrado: Física de los Sistemas Biológicos

- materias.df.uba.ar/IRCBSa2016c2

- Teóricas subidas a la página de la materia
  - Para leerlas antes de la clase (!)

Régimen teórico-práctico

	Teorica	Guia	Trabajo Computacional
09/08	01_Sistemas Complejos	G00_IntroAlgebra	
11/08	02_ARS_CaminosYConectividad	G01_SNA	intro R / igraph / Gephi
16/08	03_ARS_FuertesEnlacesDebiles		
18/08	04_ARS_RedesEnContexto		
23/08	05_IntroBio		
25/08	06_RedesBiologicas		DataSets: STRING
30/08	07_ConceptosBasicos	G02_ConceptosBasicos	TC_01 [fecha de entrega 15/09]
01/09	08_CaminosYCaminatas		
06/09	09_Centralidad		
08/09	10_Estructura_a_gran_escala		
13/09	11_Centralidad_Letalidad	Centrality-Lethality Rule	
15/09			TC_02 Centralidad-Letalidad
20/09			
22/09	TC_02 Presentacion y discusion de resultados + Entrega de Informes y Scripts de Calculo		
27/09	12_RandomNetworks	G03_RedesAleatorias	
29/09	13_DegreeCorrelations		
04/10	14_WeightedNetworks	G04_Similaridad	
06/10	15_Similaridad		
11/10	16_CommunityStructure	G05_Comunidades	TC_03_Comunidades [fecha de entrega 03/11]
13/10	17_NetworkModules-Clustering and Biclustering		
18/10	18_WGCNA		TC_04_WGCNA [fecha de entrega 10/11]
20/10	19_WGCNA		
25/10	Supervised Learning - NetworkBased Classification		
27/10	Laplacianos		
01/11	Semisupervised Learning - Prioritization		
03/11		Proyectos finales: 1era presentacion oral (5')	
08/11			
10/11			
15/11	Topicos Avanzados	Proyectos finales: 2da presentacion oral (5')	
17/11			
22/11			
24/11		Proyectos finales: presentacion oral final (15')	

- Guías de problemas
- Trabajos Computacionales
  - 3 Guias Computacionales
  - 1 Proyecto paper
- Proyecto final (grupos)

<u>Aprobación</u>:

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

Sobre el curso

- Textos
  - “Networks: an Introduction”, Mark Newman
  - “Network Science”, Albert-Laszlo Barabasi
    http://barabasi.com/networksciencebook/
    http://barabasilab.neu.edu/networksciencebook/downlPDF.html
  - “Networks, crowds and markets”, Easley & Kleinberg.
    http://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/networks-book

- Papers:
  - Ver pagina de materia

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.

Enciclopedia Britannica: ***Complexity***
A scientific theory which asserts that some systems display behavioral phenomena that are completely inexplicable by any conventional analysis of the systems' constituent parts. These phenomena, commonly referred to as emergent behaviour, seem to occur in many complex systems involving living organisms, such as a stock market or the human brain. (*Would-be Worlds* (1997) John L. Casti)

Sistemas Complejos

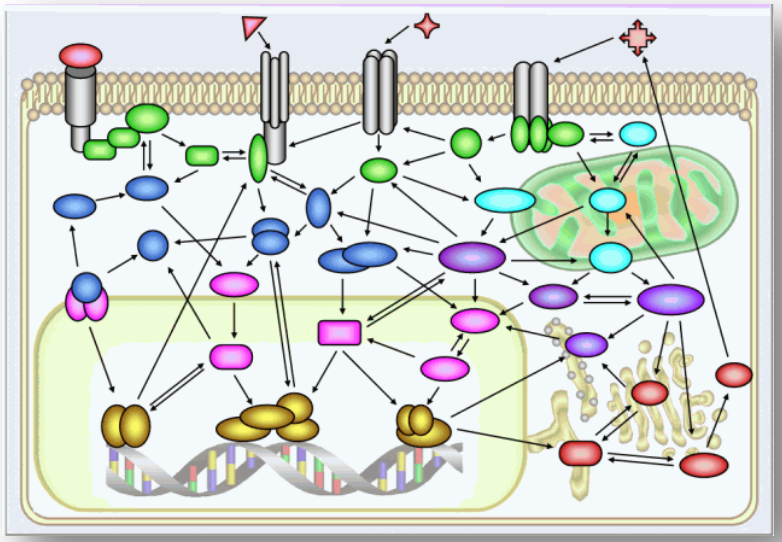
Muchos agentes + leyes de interacción simples = comportamientos emergentes no-triviales

Sistemas Complejos

Comportamiento social

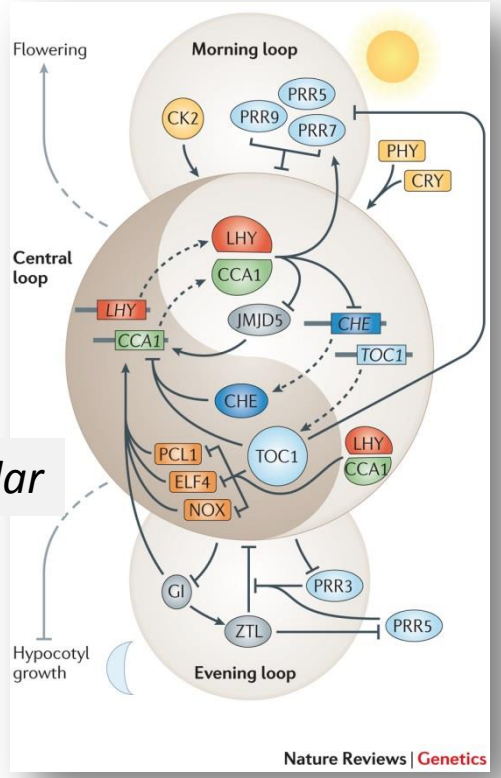
Comportamiento bursátil

La célula como sistema complejo

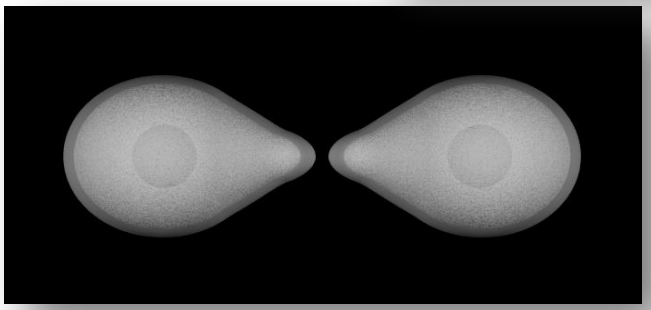


Escala *molecular*

Escala *intra-celular*



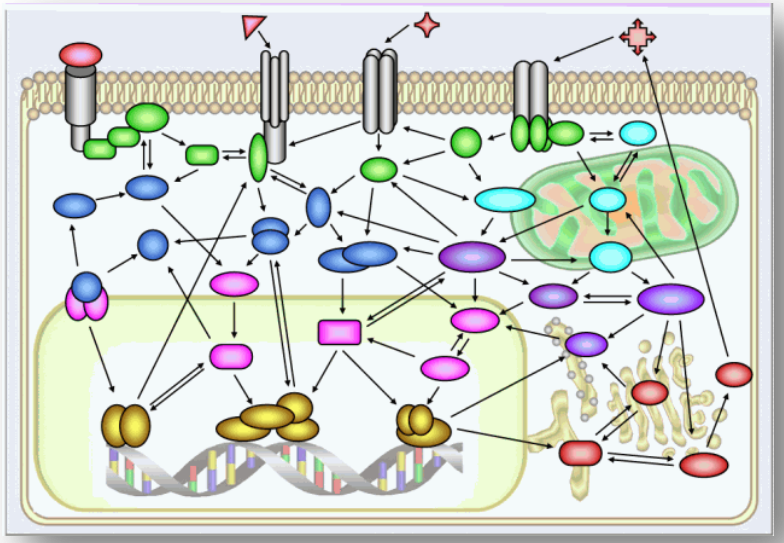
Escala *celular*



Escala *organismo*

Biologia como ***propiedad emergente***

Complejidad multiescala



Escala *molecular*

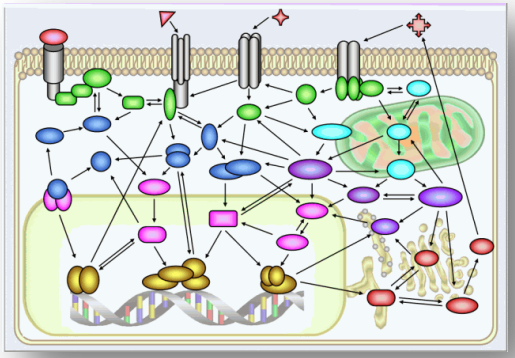
- Sistema abierto
- Muchisimos grados de libertad
- Interacciones no-lineales
- Diferentes escalas espacio-temporales

Escala *celular*

- Funcionalidad biológica
- Fenotipo celular
- …

Propiedades emergentes

Más es diferente…



4 August 1972, Volume 177, Number 4047

More Is Different

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

P. W. Anderson

SCIENCE

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

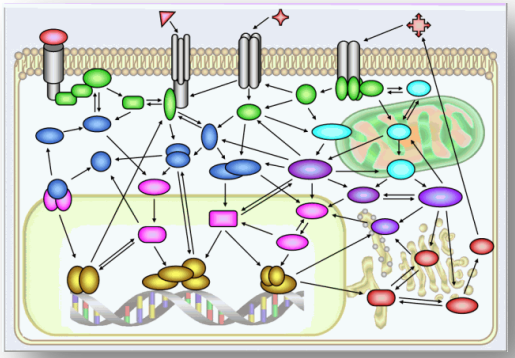
The constructionist hypothesis breaks down when confronted with the twin difficulties of scale and complexity. The behavior of large and complex aggregates of elementary particles, it turns out, is not to be understood in terms of a simple extrapolation of the properties of a few particles. Instead,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

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

More Is Different

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

P. W. Anderson

SCIENCE

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

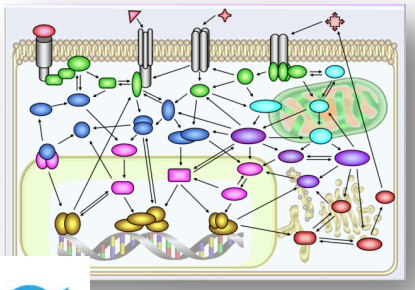
The constructionist hypothesis breaks down when confronted with the twin difficulties of scale and complexity. The behavior of large and complex aggregates of elementary particles, it turns out, is not to be understood in terms of a simple extrapolation of the properties of a few particles. Instead,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

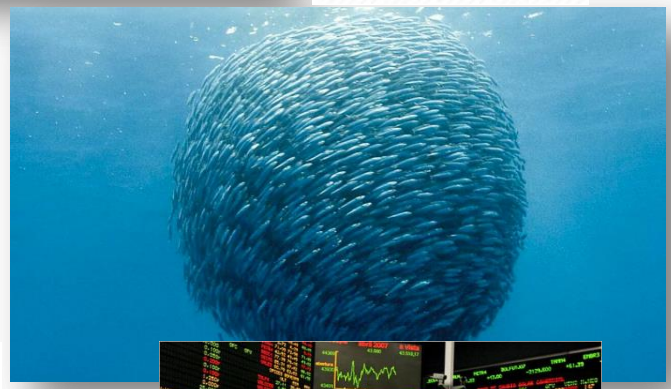
Ciencia **X**	Ciencia **Y**
solid state or many-body physics	elementary particle physics
chemistry	many-body physics
molecular biology	chemistry
cell biology	molecular biology
•	•
•	•
•	•
psychology	physiology
social sciences	psychology

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

Sistemas Complejos

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





Sistemas Complejos

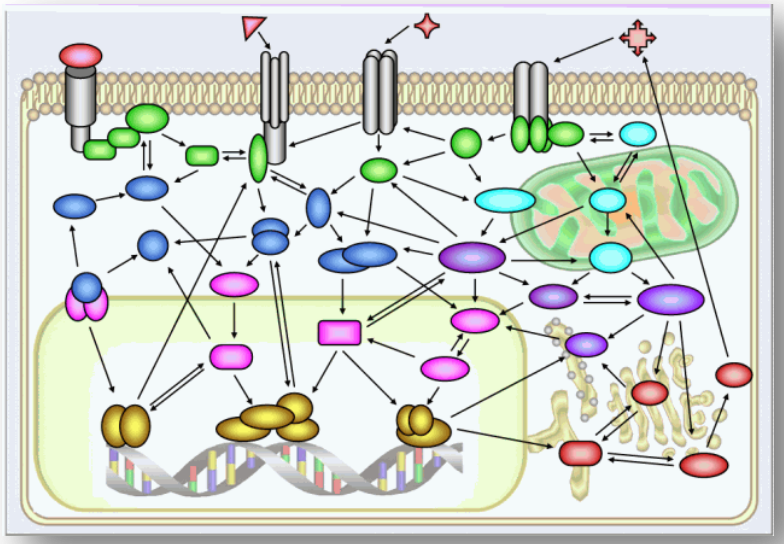
- Diversos fenómenos pueden ser abordados como sistemas complejos: sociales, tecnológicos, biológicos, etc

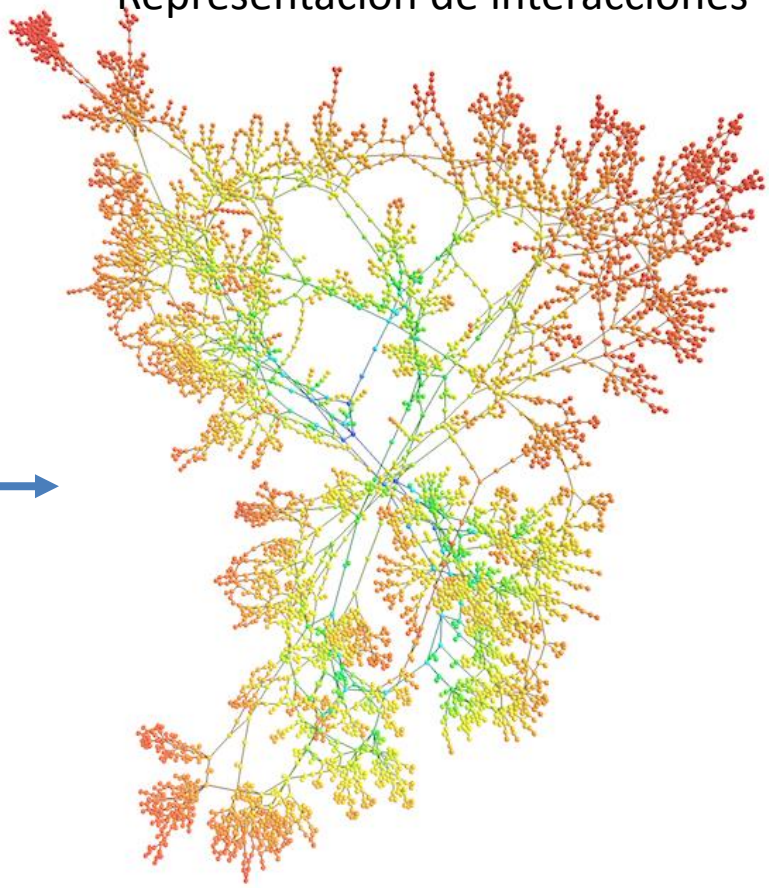
- Detrás de cada **sistema complejo** es posible identificar una **red de interacciones** entre sus componentes

- **Teoría de redes**: caracterización de la estructura de interconexionado sobre la que se monta la complejidad del sistema

La metáfora de redes

Representacion de interacciones

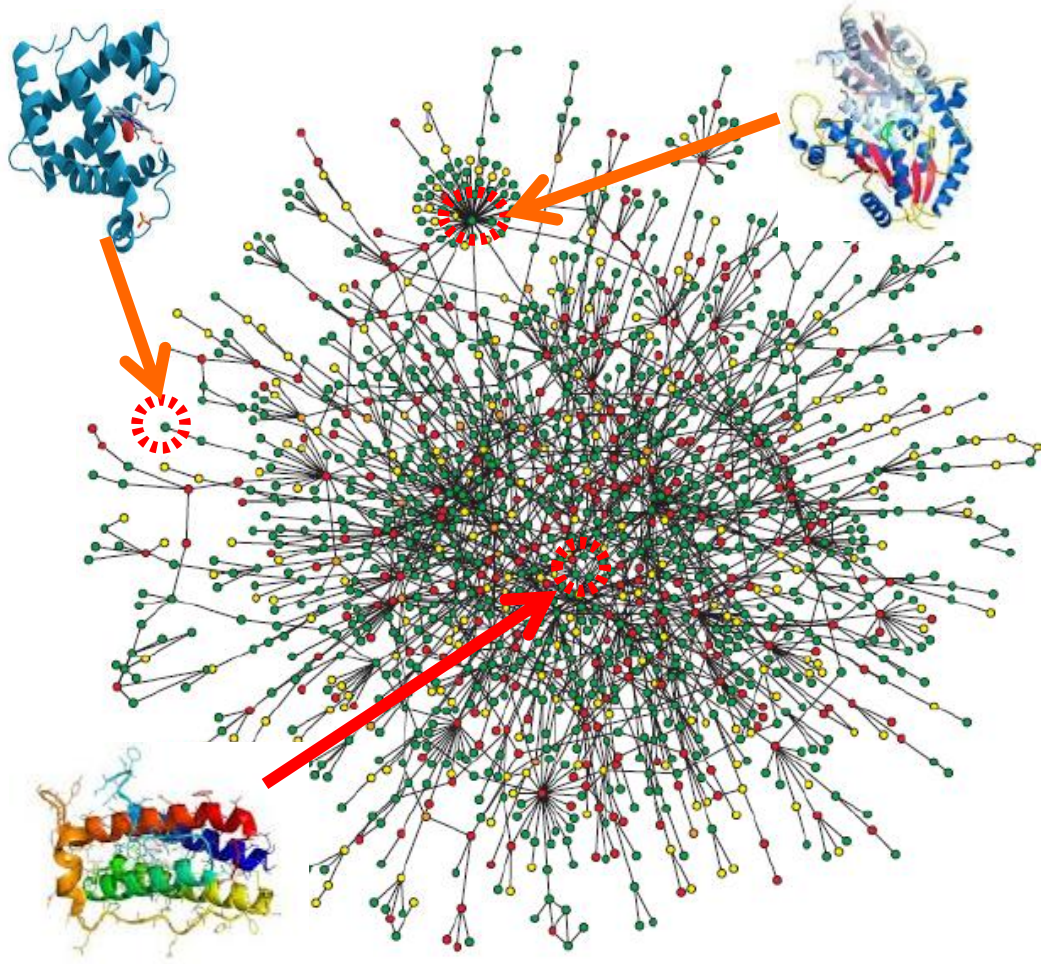




- **funcionalidad biológica**
- **estado global**
- **comportamiento a escalas mayores**

patrones de conectividad y organización locales y globales en redes

Ejemplo: redes de interacción de proteinas



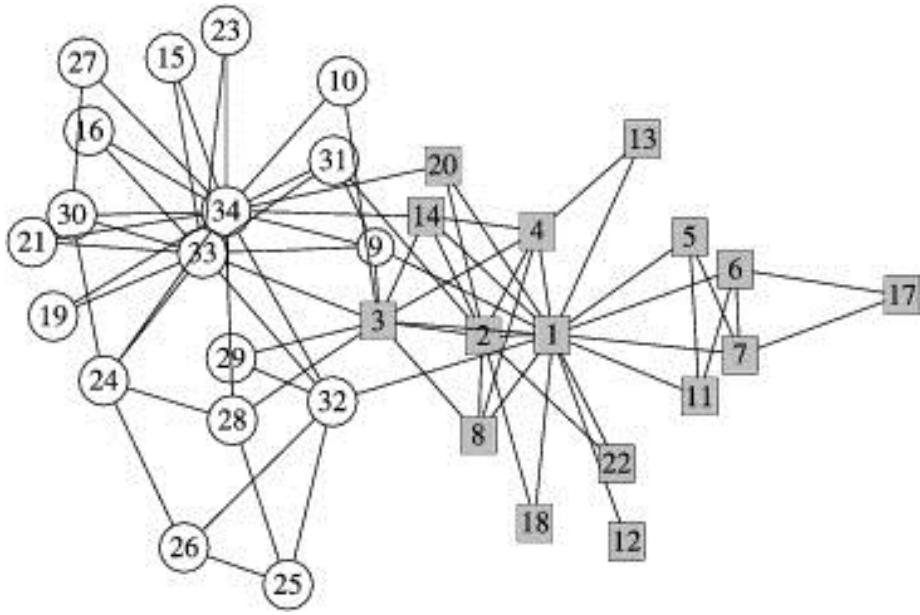
Biologia

- Escencialidad
- Funcion biologica
- Estudio de enfermedades

Ejemplo: Redes sociales

Zachary´s Karate club:

- Club de karate observado por el antropólogo Wayne Zachary por 3 años
- Red de 34 miembros y 78 interacciones documentadas
- Dinámica social fuera de las actividades del club
- El club se dividió en 2, con 16 miembros cercanos al Sr. Hi (intructor, nodo 1), 18 miembros cercanos a Mr John A (administrador, nodo 34)
- 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

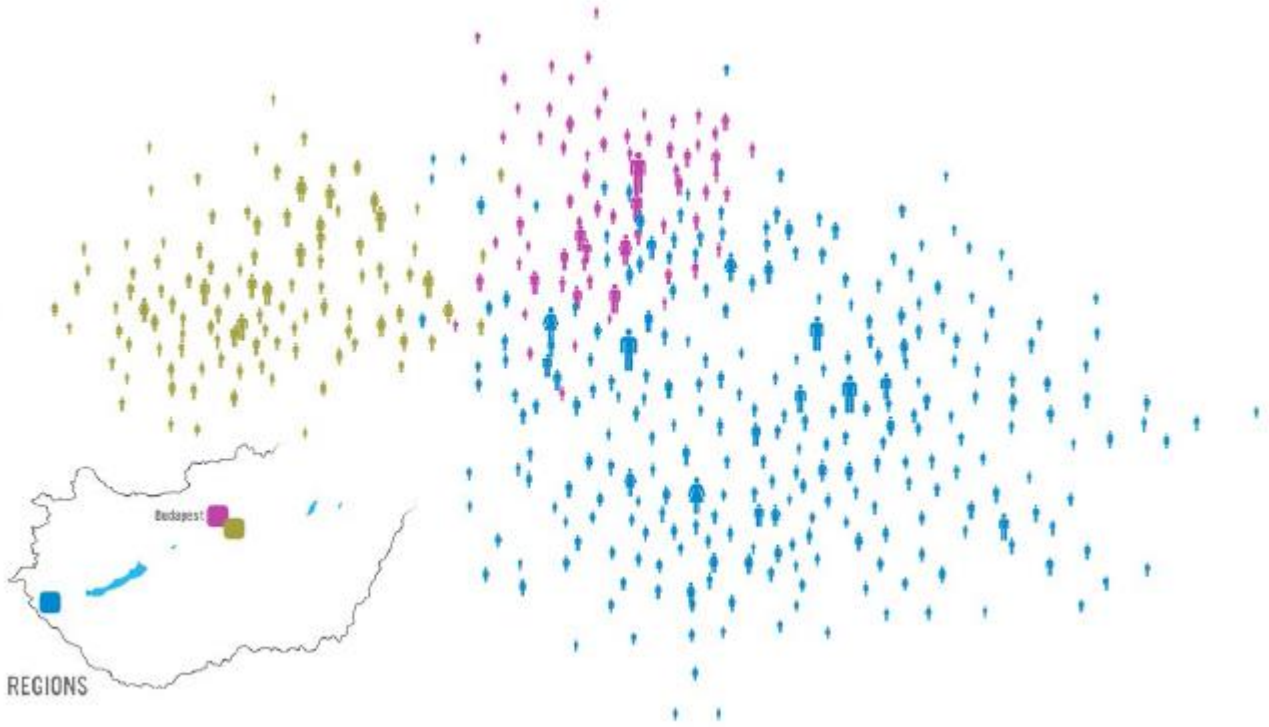
Zachary´s Karate club:

Zachary´s Karate club club:

If your method doesn´t work on this network then go home.

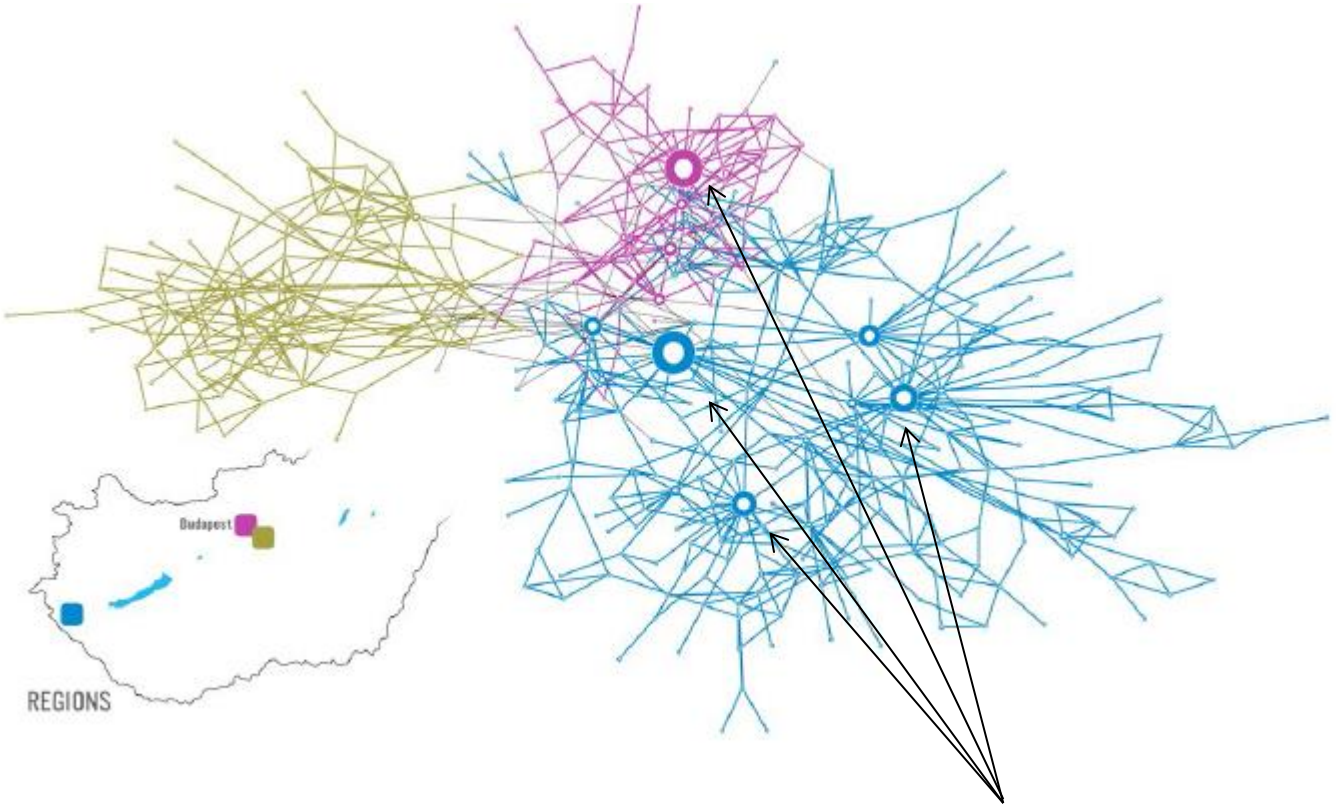
Management

Problema de **flujo de información** en empresa Hungara



Management

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



Identificación de individuos de alta influencia

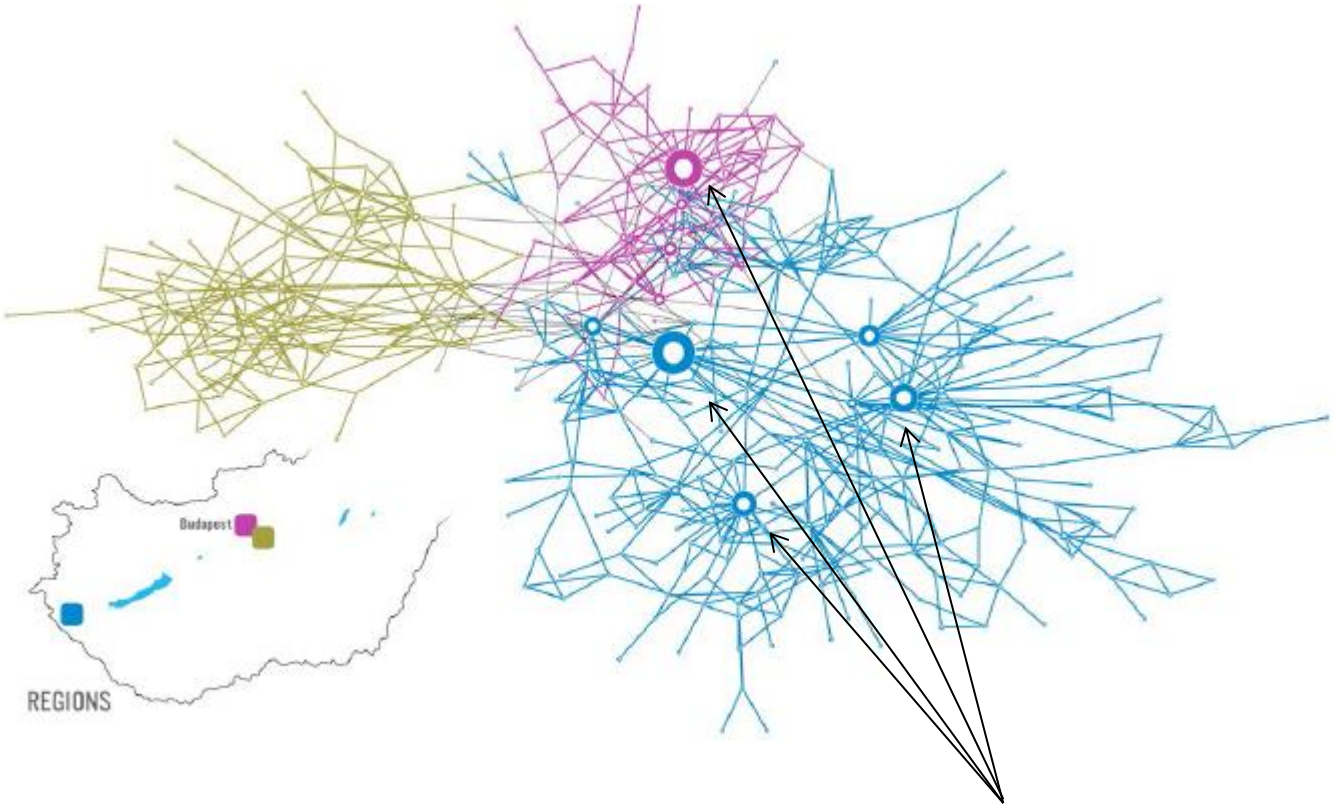
Management

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

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

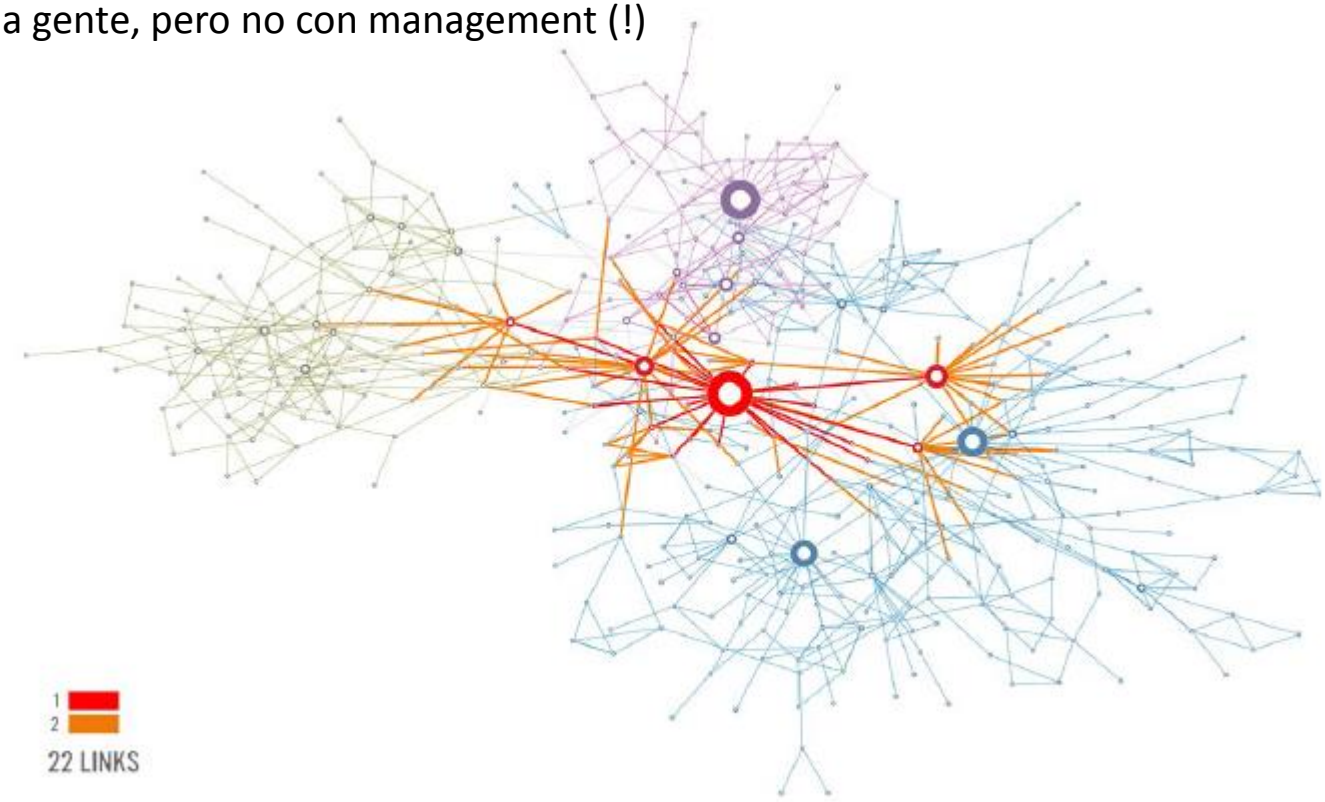


Identificación de individuos de alta influencia

Management

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

- Empleado de Seguridad y problematicas 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