



El C3 - Centro de Ciencias de la Complejidad en la UNAM

Chris Stephens, C3-Centro de Ciencias de la Complejidad y Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Feria de las Ciencias, Universum 17/10/2015



¿Por qué el C3?



Es un Centro...



centro

1 m. Lo que está en medio de algo o más alejado de sus límites. X

2 Lugar de partida o de convergencia de acciones particulares coordinadas:

3 *centro de operaciones.*

4 Punto donde se reúnen habitualmente los miembros de una asociación:

5 *centro cultural.*

6 Tendencia o partido políticos cuya ideología es intermedia entre la derecha y la izquierda. X

7 Institución que desarrolla o fomenta determinados estudios o investigaciones:

8 *Centro Superior de Investigaciones Científicas.*

9 Lugar en que se desarrolla intensamente una actividad concreta:

10 *centro comercial.*

11 Lugar donde se produce algo en cantidades considerables:

12 *centro industrial.*

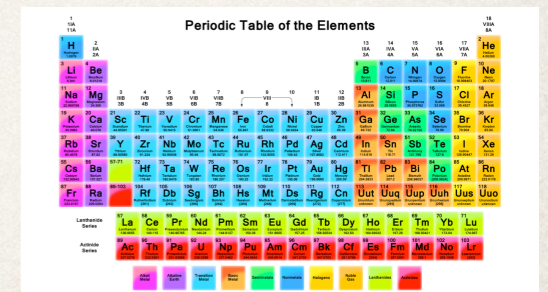
...de Ciencias...



-
- 1 f. Conocimiento ordenado y, generalmente experimentado, de las cosas.
- 2 Conjunto de conocimientos y doctrinas metódicamente ordenado, relativo a una materia determinada:
- 3 *ciencias humanas.*
- 4 Saber, cultura:
- 5 *este hombre es un pozo de ciencia.*
- 6 Conjunto de conocimientos relativos a las matemáticas, física, química, biología y geología:
- 7 *escogimos ciencias en lugar de letras.*
- 8 Habilidad o maestría para la realización de una tarea:
- 9 *para fregar los platos no hace falta mucha ciencia.*

Como se hace ciencia en breve...

- ❖ **El Método Científico:** Observación sistemática, medición y experimento, y la formulación, prueba y modificación de hipótesis
- ❖ **Fenomenología** - un cuerpo de conocimiento que relaciona observaciones empíricas de fenómenos entre sí, en una manera que es consistente con teoría fundamental pero no es derivado directamente de la teoría.
- ❖ **Taxonomía** - la práctica y ciencia de clasificación. Una clasificación de cosas o conceptos y los principios que fundamentan tal clasificación.
 - ❖ Ejemplos: Medicina, astronomía, química, biología, física,...
- ❖ **Ley científica** - cuando un fenómeno particular siempre ocurre cuando ciertas condiciones están presentes



Periodic Table of the Elements

The image shows a standard periodic table of elements, color-coded by groups. It includes the title 'Periodic Table of the Elements' at the top. The table is organized into rows and columns, with elements represented by their chemical symbols and atomic numbers. The colors used include shades of blue, green, yellow, orange, red, and purple.



**El propósito principal de la
ciencia es...**

Predecir



Un ejemplo de predicción

Mecánico
no adaptativo

Mecánico
adaptativo

El gato obedece las mismas
leyes de la física como la pelota
¿Cuál es mas predecible?
Pero no es su "esclavo"



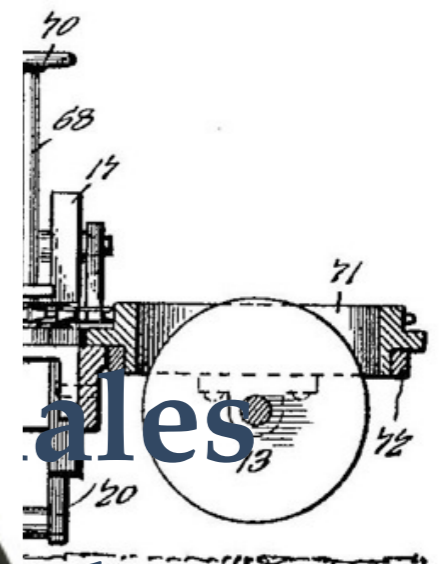
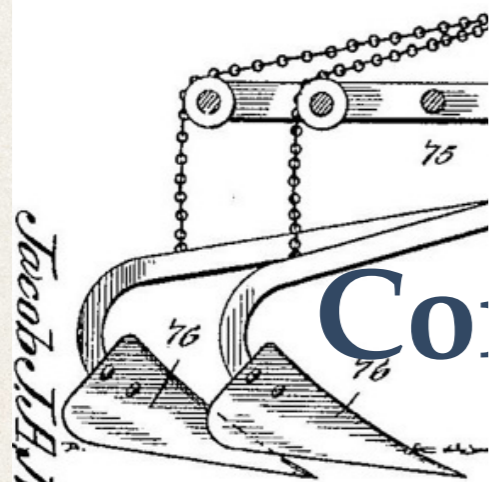
Predicción y la ciencia: los últimos 3 siglos



NO EXCEPTIONS.
De hecho...

¿Cómo

...tinias?



Co:
El mus

ales
la ley.

El musomos esclavos de la ley quina

Universalidad

Todos somos iguales bajo la ley



Pero en la física y la química...
una vez que has visto un gas
perfecto, has visto a todos! En
generalmente, no necesitas
datos en todos los
lugares y en todos los
tiempos!
no hay muchos por decir

Sin embargo en los Sistemas Complejos Adaptativos...



no po



Imagine que puedes
decir acerca de una ciudad

versus

un cristal tan grande
como una ciudad!



¿De donde sacamos esos datos?

Afortunadamente, ha habido una revolución de datos.



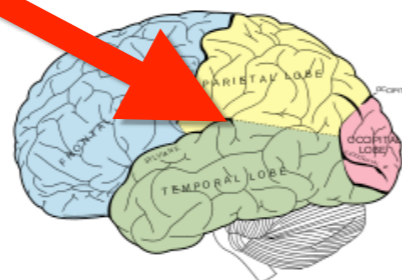


La revolución de datos

Revolución en la generación de datos



Cerebro humano
10-100 Terabytes



Todos los libros en el mundo
30-50 Terabytes



Revolución en el análisis de datos

Revolución en el almacenamiento de datos



En forma electrónica
1 zettabyte



¿Qué representan estos datos?

¡Sistemas complejos!

El mundo "real" en que vivimos - sucio, incierto, complejo,...

Symptoms

- Fever
- Fever disappears, rash begins
- Fever every other day
- Fever in neutropenic patient
- Fever, low grade
- Fever, prolonged
- Few or no friends or loss of previous friends
- Fibrillation, atrial
- Fibrocystic Breast Disease
- Fibrosarcoma
- Fibromyalgia
- Fibrosis
- Fidging
- Fine tremor
- Fine, frothy bubbles of mucus at lips or

Description

Fever is a raised body temperature to the point of causing damage. It can be classified as low, medium, or high; remittent, intermittent, or undulant; brief or prolonged. Medical Causes: Immune complex dysfunction, Infectious and inflammatory disorders, Neoplasms, Thermoregulatory dysfunction, West Nile encephalitis Other causes: Diagnostic tests, Drugs, Treatments

Sources

- Medline Plus
- Professional Guide to Signs and Symptoms

Links

- Fever (<http://www.mayoclinic.com/invoke.cfm?id=D500077>)

Evidence Summary

- Joint pain
- Weight loss
- Anemia
- Abdominal pain

Diagnosis

Rheumatoid arthritis	80
Irritable bowel syndrome	40
Crohn's disease	25
Ulcerative colitis	24

Case Information

LABEL: John Doe
AGE: Young Adult (20-35) ©2008: Med

Alerts (6)

Center for Disease Control
World Health Organization

Automated Data Analysis Using Excel

Brian D. Bissett

Chapman & Hall/CRC

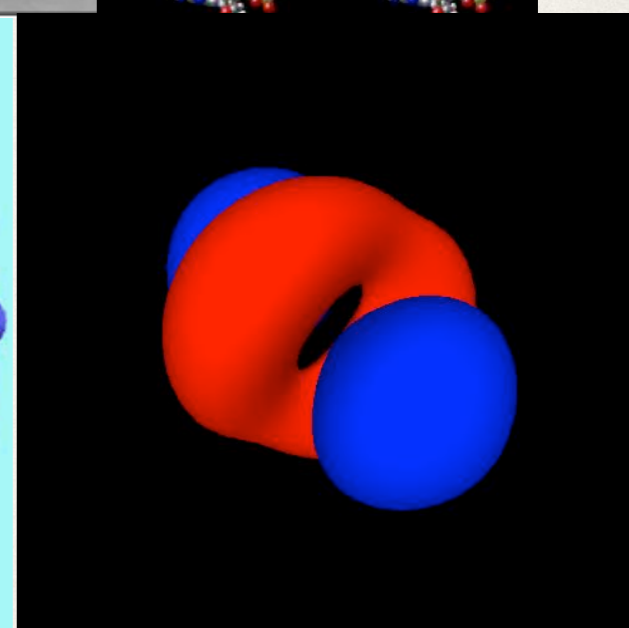
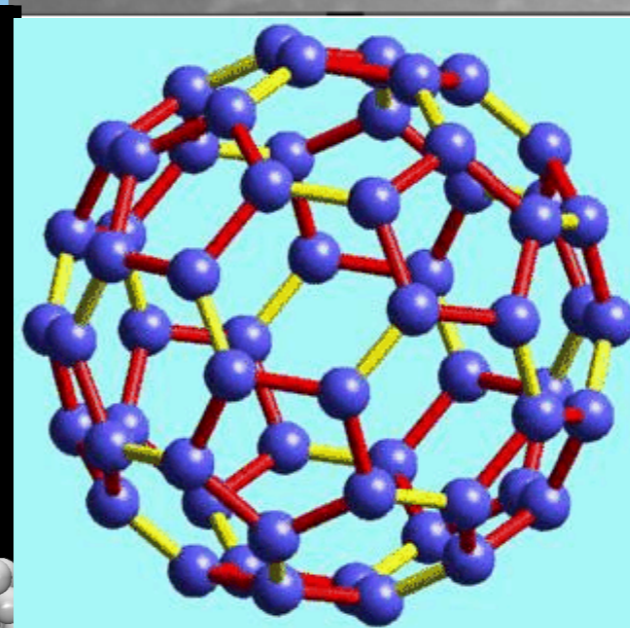
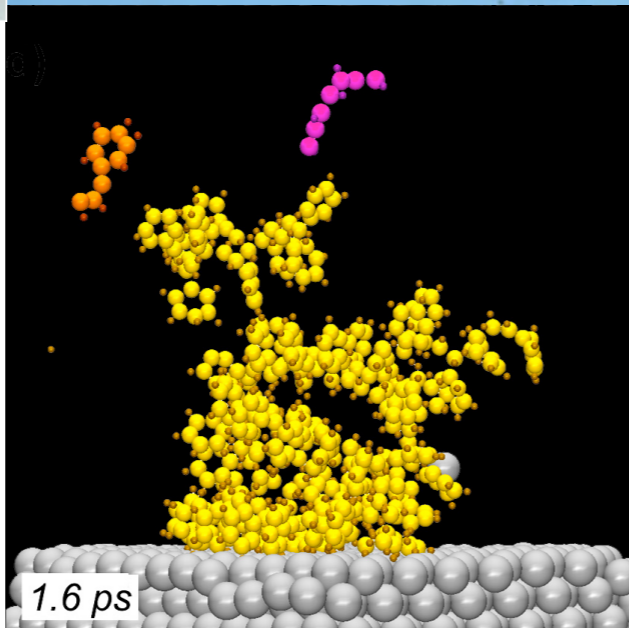
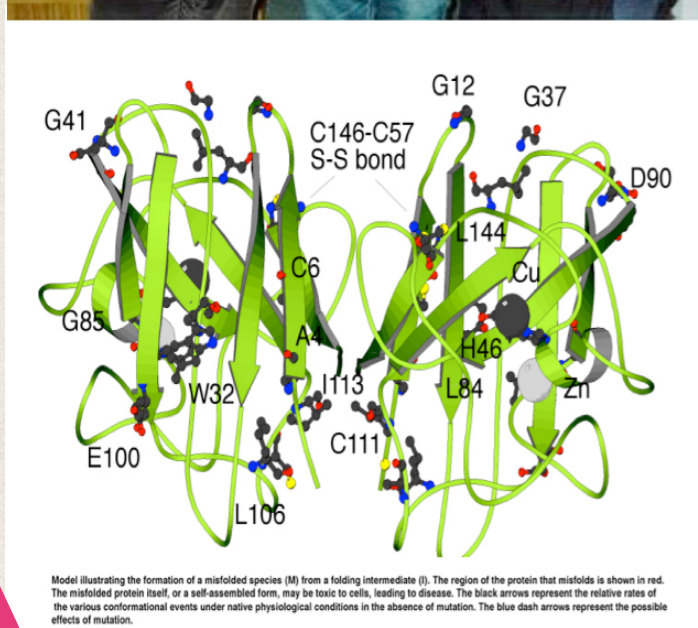
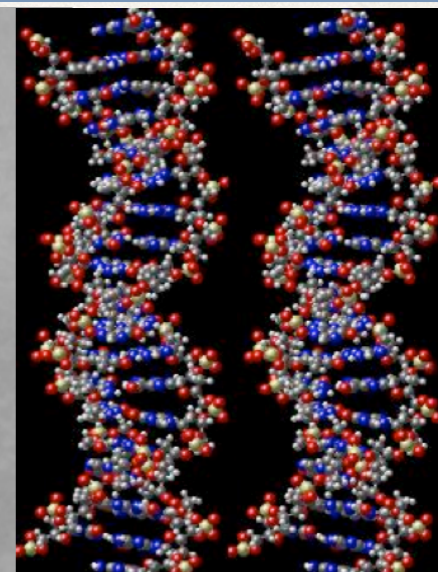
...de la Complejidad

Sistemas Complejos-Sistemas Simples



¿Máquinas?

Simplicidad



Complejidad

¿Máquinas?

Predictibilidad en los Sistemas Simples versus los Sistemas Complejos

1) Suelto un objeto de mi mano. ¿Qué pasará?

Cae al suelo 100% Se queda colgado en el aire 0%

2) Dejo dos objetos de distintas masas caen de mis manos.
¿Cuál tocará piso primero?

Lo mas pesado 0% Lo menos pesado 0% Ambos al mismo tiempo 100%

3) Empujo este objeto con mi mano. ¿Qué pasa?

Se mueve 100% Se queda sin mover 0%

Fenomenología: experiencia cotidiana

Las leyes de Newton

¿Qué es predecible?

¿Los seres humanos?



1) No han tomado agua (ningún líquido) en tres días. Alguien te ofrece un litro de agua o una caja de hojuelas. ¿Qué seleccionas?

Agua 100%

Hojuelas 0%

2) Hay un incendio grave en el auditorio y suena la alarma. Yo les invito esperar hasta el final de mi plática o se huyen. ¿Qué haces?

Huyes 100%

Se queda 0%

3) Tienen mucho, mucho hambre. Alguien les ofrece una comida de 1500 calorías para satisfacerles. Pueden seleccionar entre carnitas, enchiladas suizas y frijoles negros; o puro apio (7.5kg). ¿Qué seleccionas?

Carnitas etc. 100%

Apio 0%

¿Qué es predecible?

¿Los seres humanos?



4) No han tomado agua (ningún líquido) en tres días. Alguien te ofrece un litro de Coca-cola o un litro de Pepsi. ¿Qué seleccionas?

Coca cola 70%

Pepsi 30%

5) Hay un incendio grave en el auditorio y suena la alarma. Llegaste a la salida pero notas alguien quien no conoces atrapado. Regresas para tratar de ayudarles arriesgando tu propia vida o sigues corriendo?

Si regresas 50%

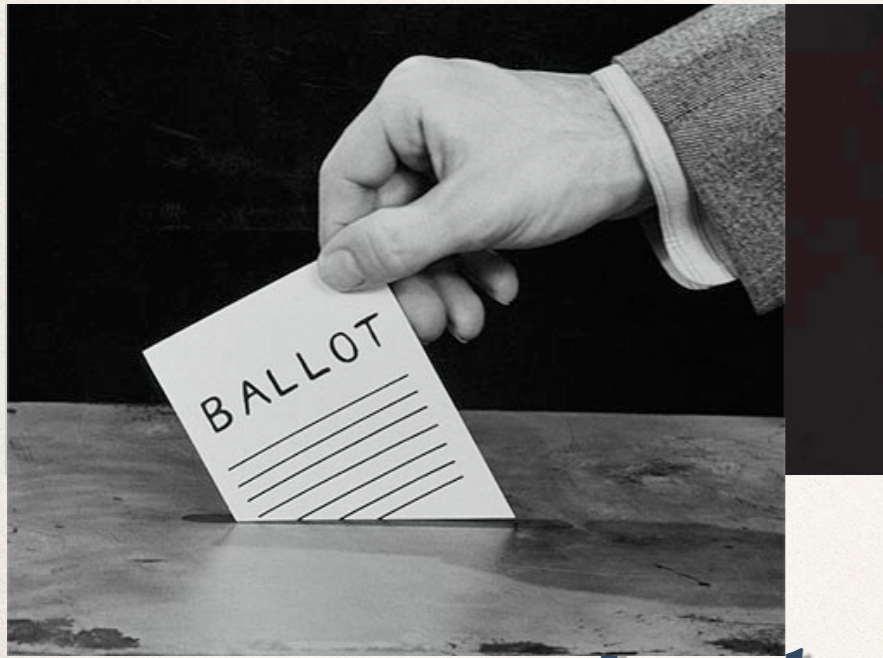
No regresas 50%

6) Tienen mucho, mucho hambre. Alguien les ofrece una comida de 1500 calorías para satisfacerles. Pueden seleccionar entre carnitas, enchiladas suizas y frijoles negros; o barbacoa, chicharrón y arroz ¿Qué seleccionas?

Carnitas etc. 50%

Barbacoa etc. 50%

¿Somos predecibles?

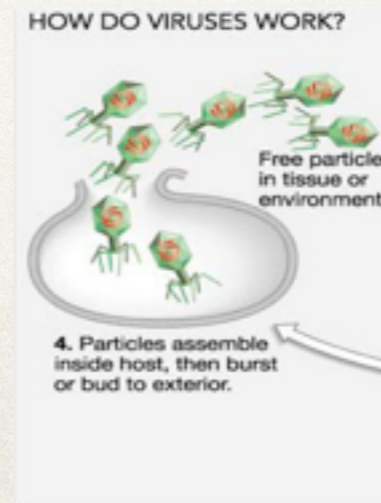


os sistemas vivos



tanto

dual



Predictibilidad en los Sistemas Simples versus los Sistemas Complejos

¿Qué queremos predecir? **C**

C ¿pocas o muchas variables?

$$P(C | X)$$

¿Algoritmo o heurístico?

Ley o fenomenología

¿Qué lo afecta? **X**

X ¿pocas o muchas variables?

$P(\text{presión} | \text{volumen, temperatura, otras variables})$
para un gas perfecto no hay otras variables; $PV = RT$ - algoritmo

$P(\text{diabetes} | X(\text{sd})+X(\text{se})+X(\text{n})+X(\text{ev})+X(\text{g})+X(\text{af})+X(\text{hm})+X(\text{i})+X(\text{sp})+\dots)$

$$X = X(\text{sd})+X(\text{se})+X(\text{n})+X(\text{ev})+X(\text{g})+X(\text{af})+X(\text{hm})+X(\text{i})+X(\text{sp})+\dots$$

Factores socio-demográficos
Edad, Género,...

Nutrición
Cuánto comes, que comes,...

Factores genéticos
Rs7903146,...

Historia médica
Síndrome metabólico,...

Factores de salud pública
IMSS, ISSTE,...

Factores socio-económicos
Nivel escolar, ingresos,...

Estilo de vida
Fumas, tomas,...

Antecedentes familiares
Padre diabético, ...

Factores inmunológicos

¿Qué es predecible?



- 1) ¿Quién de ustedes será obeso en 20-30 años?
- 2) ¿Quién de ustedes padecerá de diabetes en 30-40 años?
- 3) ¿Quién de ustedes morirá antes de 70 por un mal estilo de vida?
- 4) ¿Cuánta biodiversidad perderá México en los próximos 50 años?
- 5) ¿Qué acciones (factibles) resultarán en una reducción del número de personas en situación de calle?
- 6) ¿Habrá computadoras inteligentes (estilo Hal2000 de la película 2001 A Space Odyssey) en 20 años?

y muchísimas otras

Enfermedades
respiratorias

Transgénicos

Enfermedades
emergentes

Diabetes mellitus
tipo 2

Cambio
climático

Fragilidad y
envejecimiento

**La complejidad de los problemas
de importancia nacional y la
necesidad del trabajo
transdisciplinario en equipo**

Conflictos
socio-ambientales

Cáncer

Urbanismo -
tráfico

Sociólogos
Medialogos

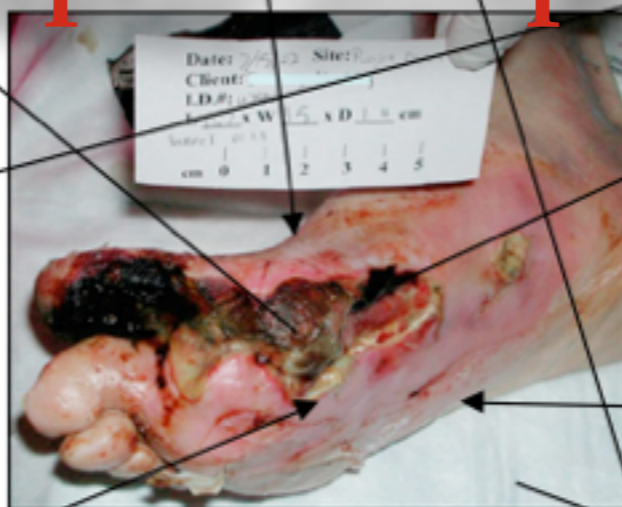
Filósofos

Geneticistas



Las enfermedades son
Requieren gente de
Sistemas Complejos
múltiples disciplinas...

Nutrólogos
Psicólogos



Bioquímicos
Biofísicos
Médicos

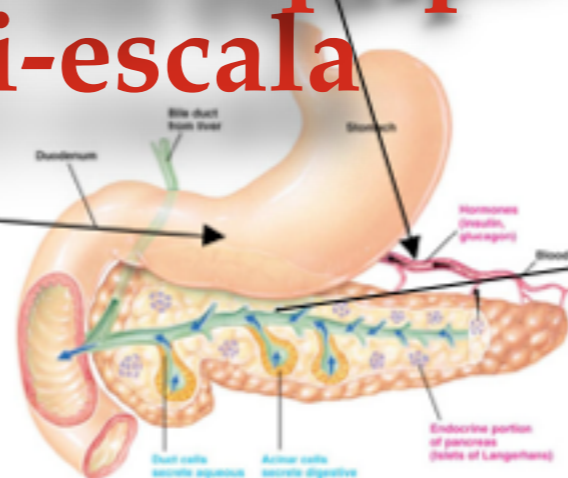
Son sumamente multi-factoriales
trabajando en equipo
y multi-escala

Médicos

Economistas



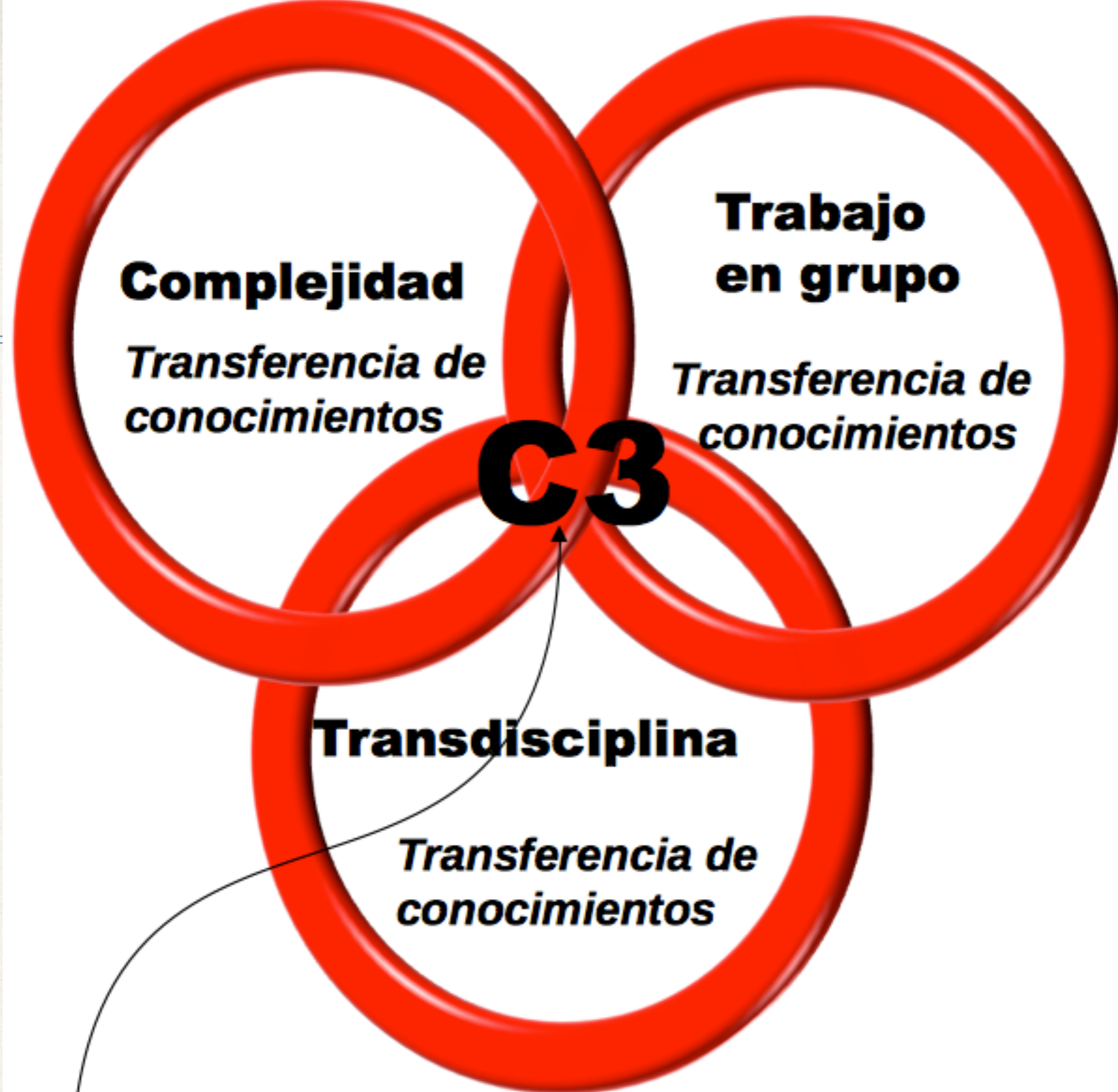
Demógrafos
Epidemiólogos
Data miners



Endocrinólogos



Políticos
Autoridades



Ciencia trascendente

¿Qué es el C3?



- ❖ No es un centro tradicional
 - ❖ No tendrá una planta académica permanente
- ❖ No es una red tradicional
 - ❖ Tendrá sede propia para facilitar la transferencia de conocimientos
- ❖ El C3 es un lugar de encuentro, un “hub”, un mercado para ofertar y demandar conocimientos
- ❖ El C3 es una iniciativa de la ciencia de frontera básica pero “orientada”
- ❖ Es una iniciativa institucional, universitaria, abierta y incluyente

Misión del C3



- ❖ Realizar **investigación científica transdisciplinaria** de frontera en las ciencias de la complejidad, **creando un espacio** en donde expertos de muy diversas áreas puedan interactuar y contribuir a la **solución de problemas trascendentes y de importancia nacional**
- ❖ Es también misión del Centro formar científicos entrenados en el trabajo transdisciplinario en **equipo** y en el fortalecimiento de los métodos modernos asociados a la **ciencia computacional**





Los Programas del C3

❖ Los programas actuales

Inteligencia Computacional

Complejidad en Ecología y Medioambiente

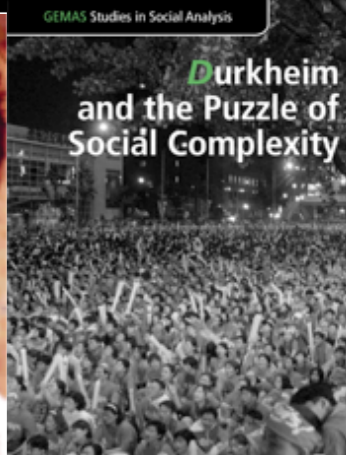
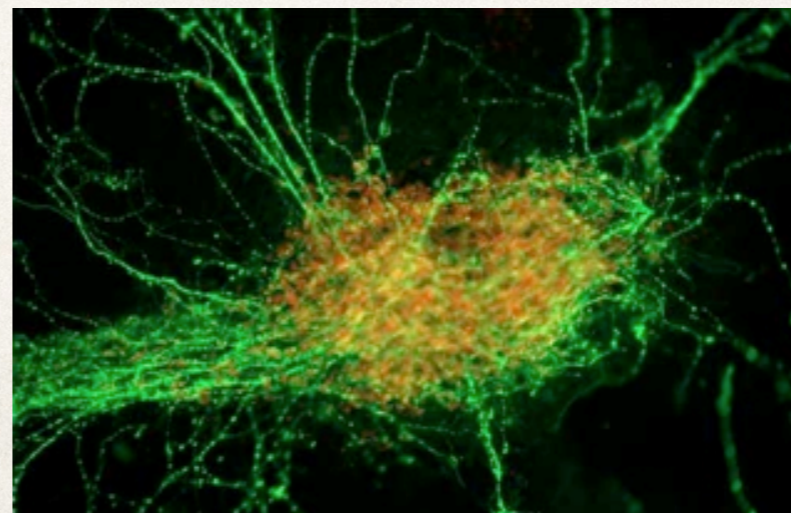
Complejidad en Biología de Sistemas

Complejidad Social

Complejidad y Salud

Neurociencias

Arte y Ciencia





Conclusiones

Los problemáticas más importantes

- * Los problemas más importantes de gran impacto social (enfermedades complejas, enfermedades emergentes, cambio climático, urbanismo, envejecimiento,...; todos los problemas que tendrán mayor impacto en sus vidas y las de sus hijos) son complejos - requieren de un enfoque desde la complejidad y trabajo transdisciplinario en equipo
 - * Requieren ciencia básica de frontera, pero “orientada” (no hay tiempo para desarrollar ciencia aplicada o ingeniería)
 - * Requieren una transferencia de conocimientos profunda y eficiente

Conclusiones

La Ciencia de la Complejidad



- ❖ **Durante los últimos 4 siglos la ciencia ha sido dominada por la física y su marco matemático (la ecuación diferencial - la mecánica)**
 - ❖ Sirve bien para describir fenómenos a una escala particular usando una teoría efectiva apropiada (física molecular, física atómica, física nuclear,...)
 - ❖ La disciplinariedad de la ciencia se debe a este hecho
- ❖ **No contamos con marcos conceptuales o teóricos adecuados para la comprensión ni de los Sistemas Complejos Adaptativos ni de la complejidad**
 - ❖ Buena ciencia empieza con buena fenomenología y taxonomía antes de llegar a teoría
 - ❖ Los sistemas físicos “son”, mientras los sistemas complejos adaptativos “hacen”
 - ❖ Los sistemas físicos están descritos por pocas variables relevantes mientras para los SCA hay muchas que van desde lo más micro hasta lo macro.
 - ❖ La rica fenomenología de los SCA requiere muchos datos
- ❖ **La Revolución de datos esta generando una enorme cantidad de datos potencialmente útiles para la descripción de los SCA**
 - ❖ La gran mayoría de estos datos son “no-científicos”

Conclusiones

El C3



- ❖ El C3 es un “nuevo” centro de la UNAM para realizar investigación científica transdisciplinaria de frontera en las ciencias de la complejidad.
- ❖ El C3 es un espacio donde “expertos” (investigadores, estudiantes, profesores, médicos, servidores públicos, empresarios,...) de muy diversas áreas pueden interactuar y contribuir a la solución de problemas trascendentes y de importancia nacional.
- ❖ El C3 es una iniciativa institucional, abierta y incluyente para aprovechar el capital humano de la UNAM y de México

¡Están invitados!

c3.fisica.unam.mx