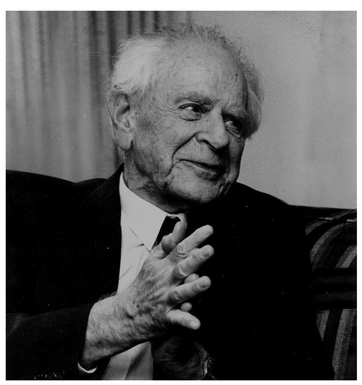
fide

TRANSCIENCIA

Karl R. Popper
(1902-1994)



« *No estudiamos temas, sino problemas*;
y los problemas pueden atravesar los límites
de cualquier objeto de estudio o disciplina.
Somos estudiosos de *problemas*, no de disciplinas».

Pedro R. García Barreno
pgbarreno@gmail.com
www.pedrogarciabarreno.es

Madrid, tres febrero 2015

TEC

CIEN

NO

INGE

NIE

CIA

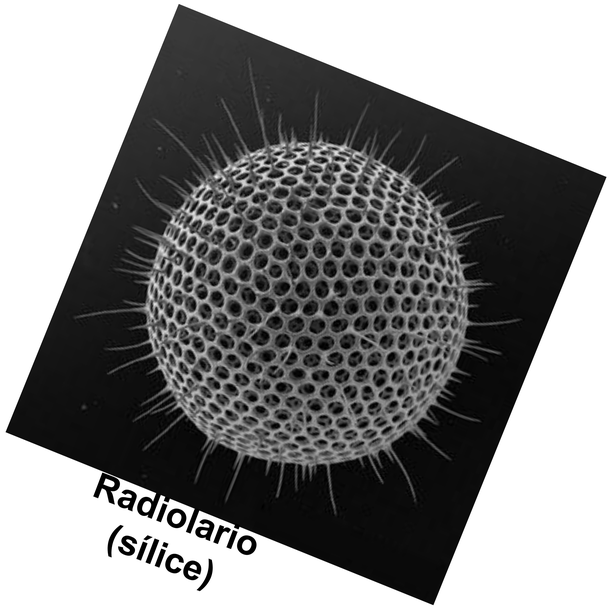
LO

GÍA

RÍA

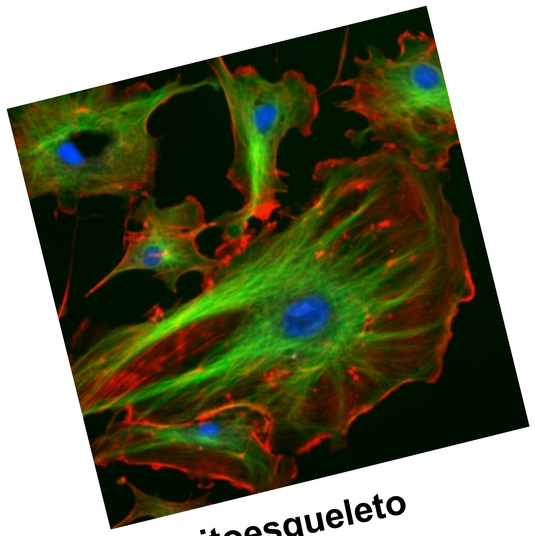
Catedral de Burgos
campana de las horas - ca1390

envejecimiento



Radiolario
(sílice)

?



citoesqueleto

esferocúpula geodésica

Transistor
(silicio)

¿

balón fútbol JPG

Needle Tower, 1968

Brécol (*brassica oleraaca italica*)

TRANSCIENCIA

Algunos abordajes

Biomimetismo (***biomimicry – bioinspired***)

fractales – tensegridad

Biología sintética (***synthetic biology / engineering life***)

bioingenierización de la biosfera

Biocomputación

Megadatos (***big data***)

ciencia agnóstica

Omniscópica – Megahistoria (***Big History***)

Culturómica

FuturICT

Enseñanza / Formación

TRANSCIENCIA

Algunos abordajes

Biomimetismo

fractales – tensegridad

Biología sintética

bioingenierización de la biosfera

Biocomputación

Macro [mega]datos

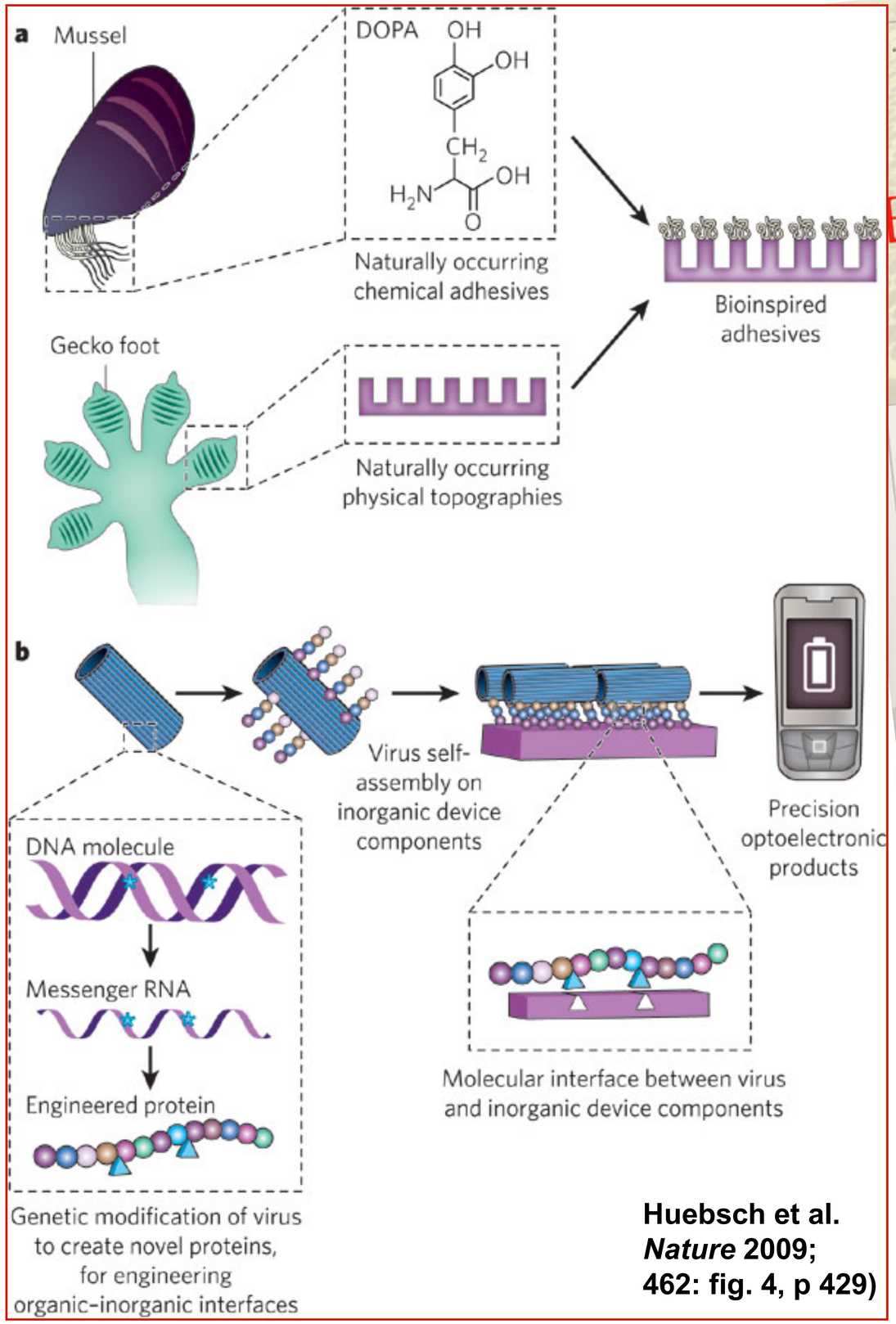
ciencia agnóstica

Omniscópica – Megahistoria

Culturómica

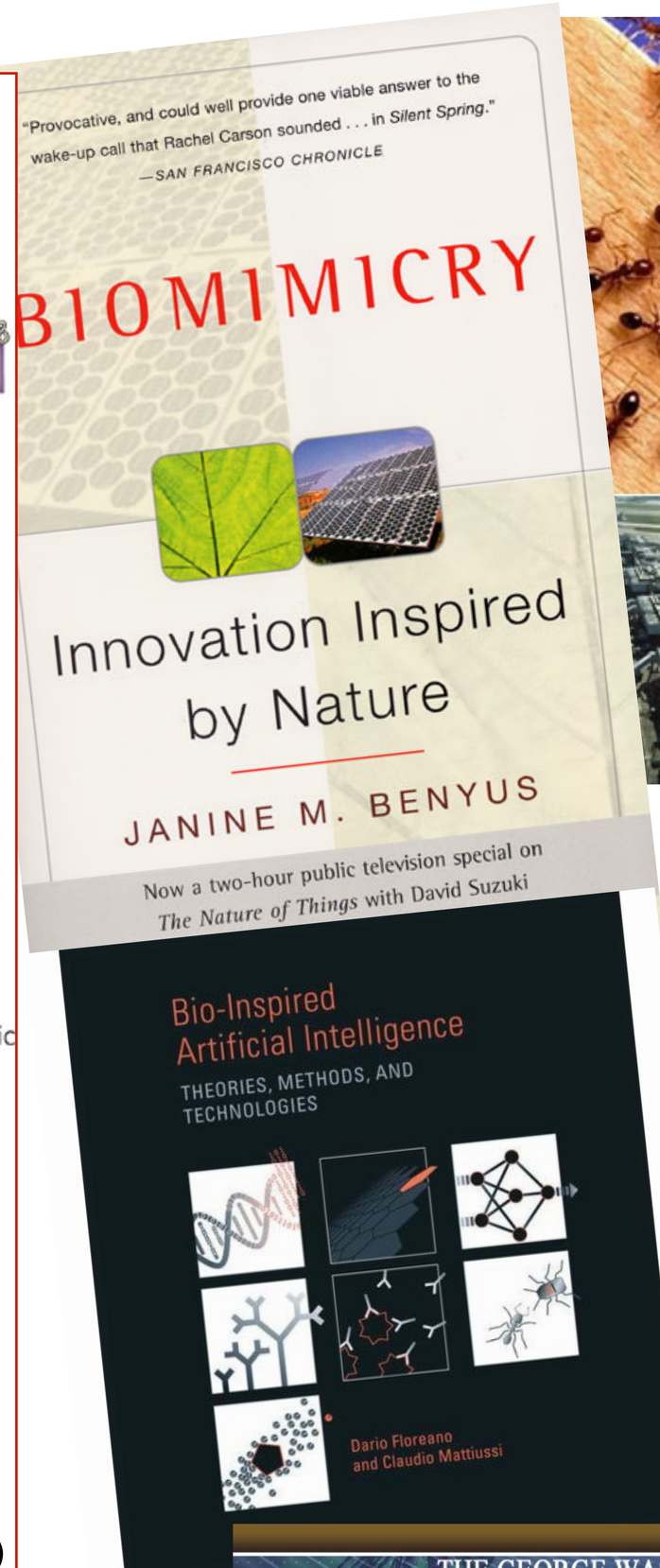
FuturICT

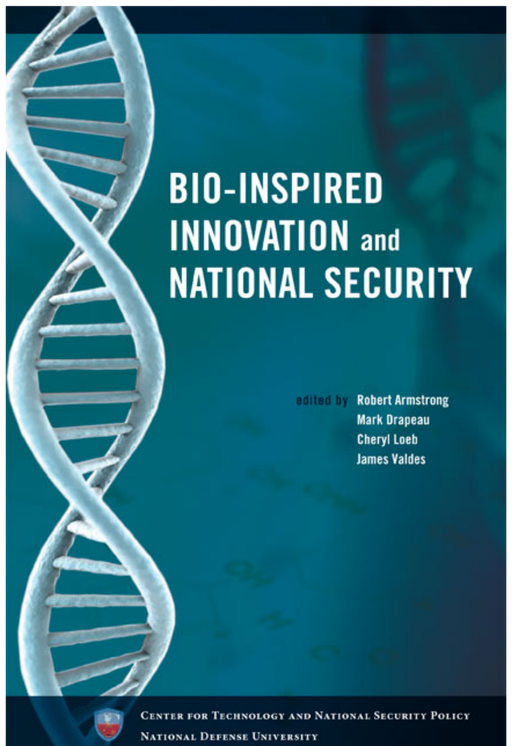
Enseñanza / Formación



Huebsch et al. *Nature* 2009; 462: fig. 4, p 429)

CALTECH *Center for Bioinspired Technology*





THE GEORGE WASHINGTON UNIVERSITY
WASHINGTON DC
Center for Biomimetics and Bioinspired Engineering
COBRE

TRANSCIENCIA

Algunos abordajes

Biomimetismo

fractales – tensegridad

Biología sintética

bioingenierización de la biosfera

Biocomputación

Macro [mega]datos

ciencia agnóstica

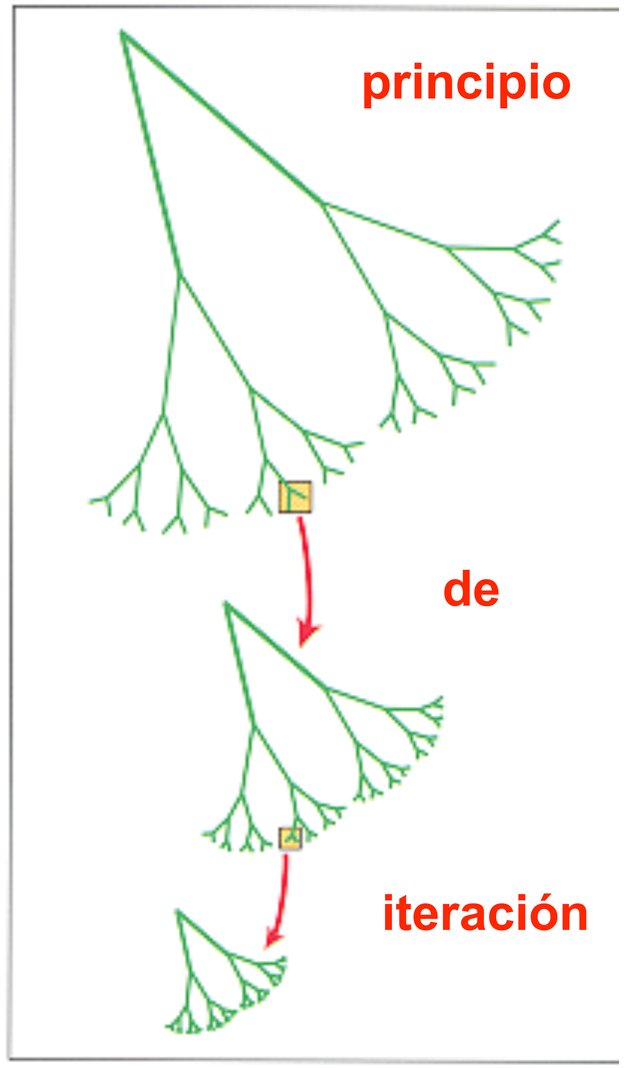
Omniscópica – Megahistoria

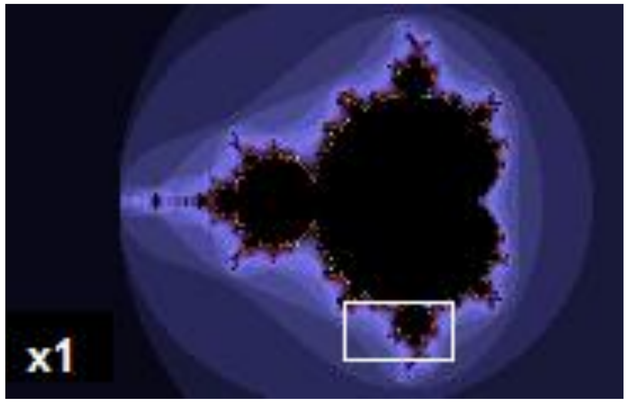
Culturómica

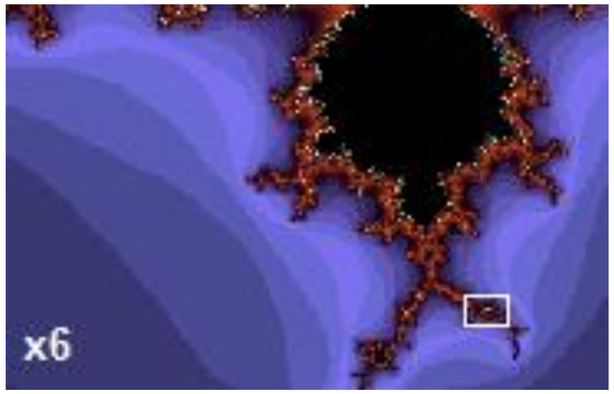
FuturICT

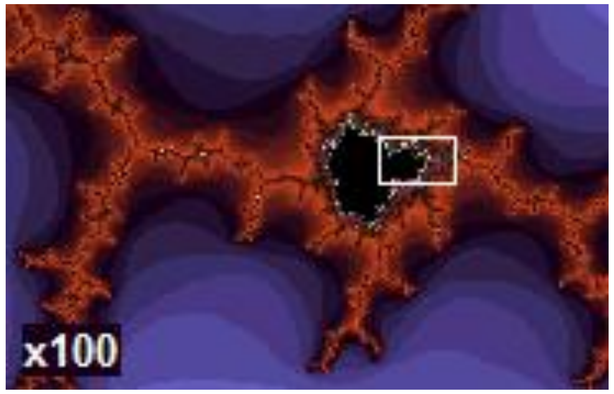
Enseñanza / Formación

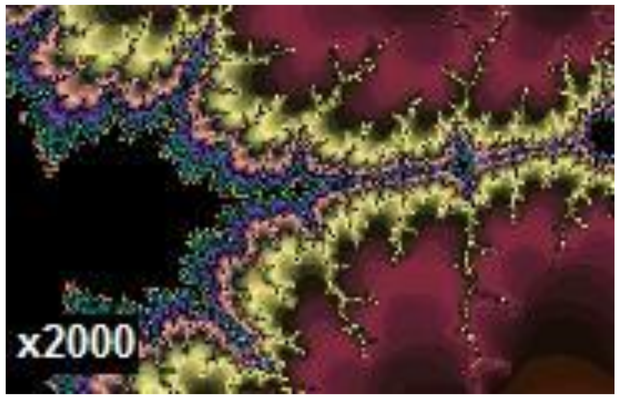
«Lo simple de la complejidad»

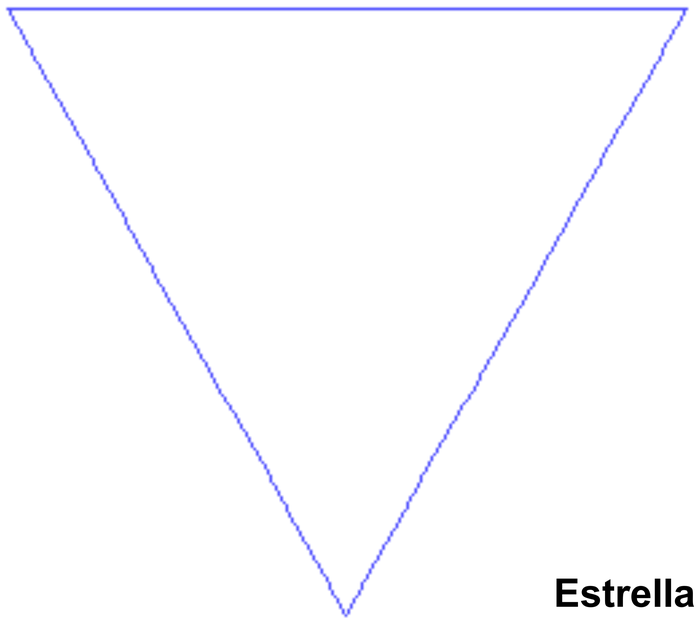




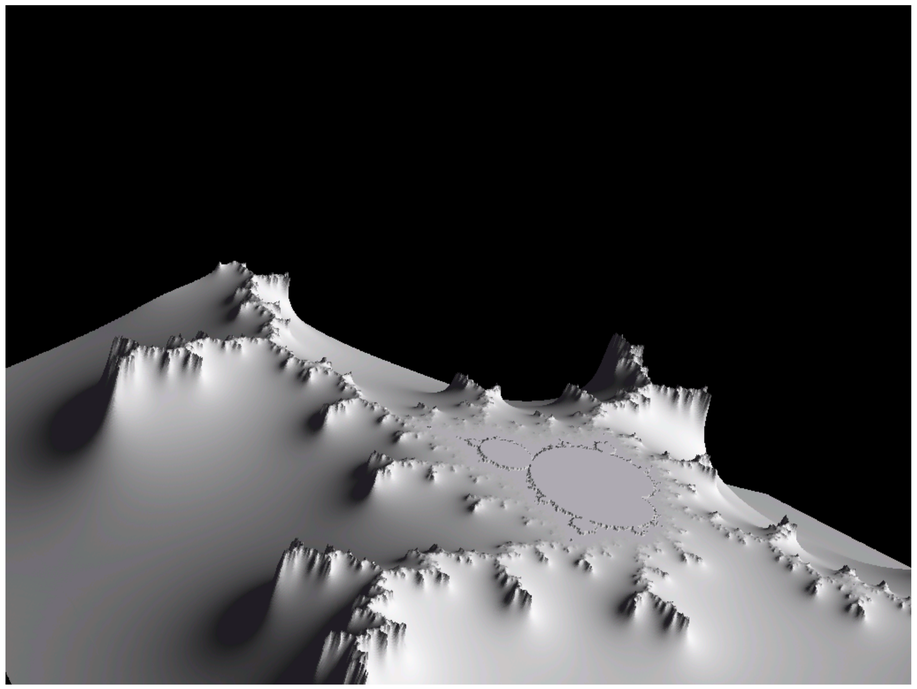






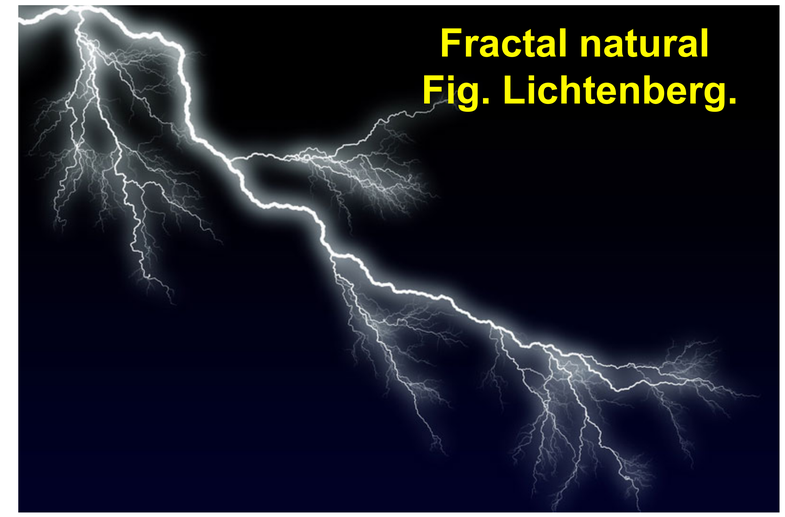


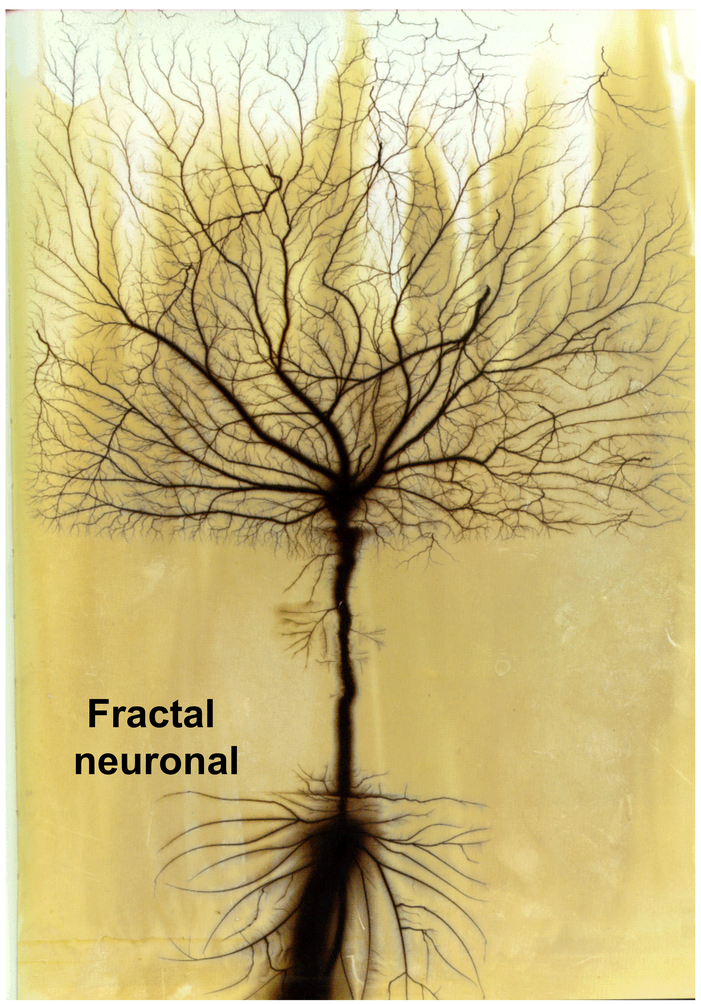
Estrella de Koch



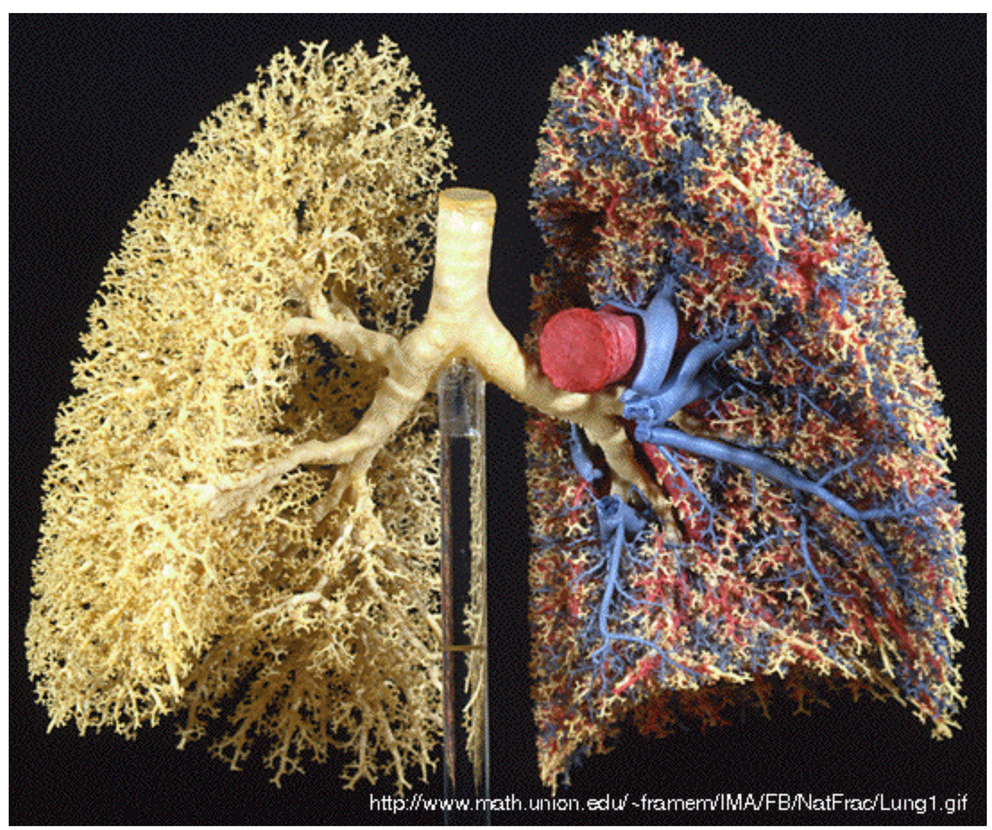
Recreación fractal: paisaje lunar

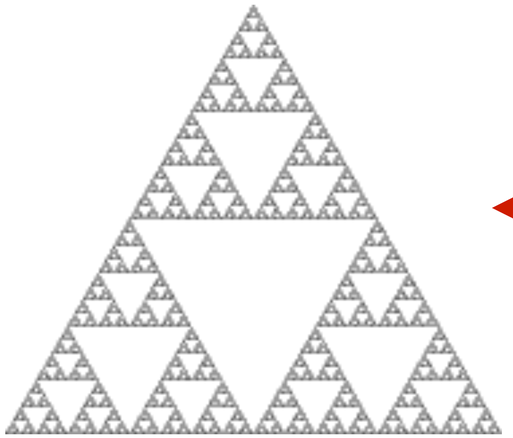
Cristal acrílico.
Fractura por alto voltaje.
Fractal: Fig. Lichtenberg.



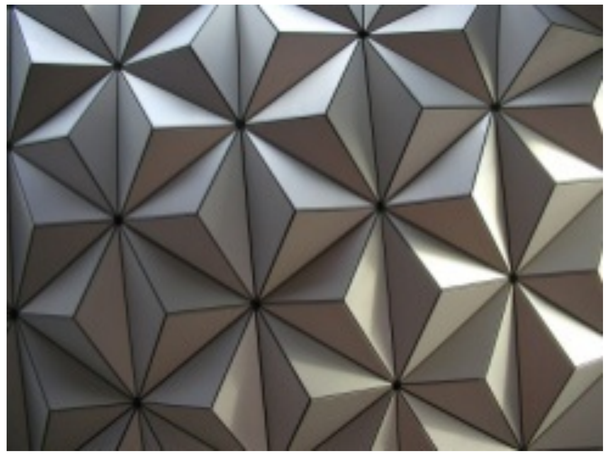


Fractal neumo-vascular



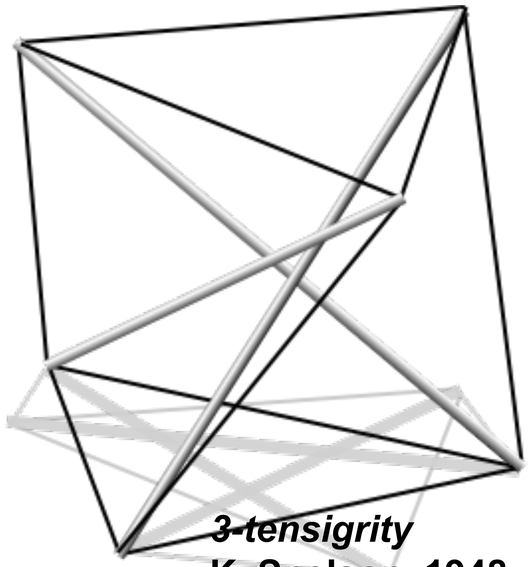


Principio de iteración

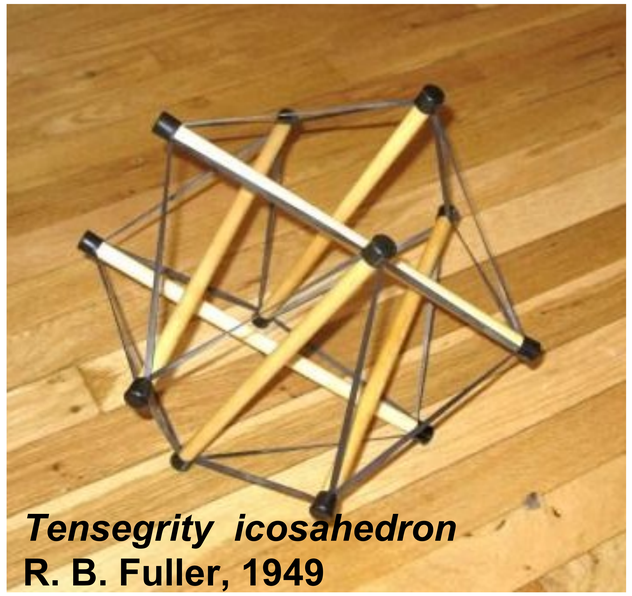


Fractal

Fullereno



3-tensigrity
K. Snelson, 1948

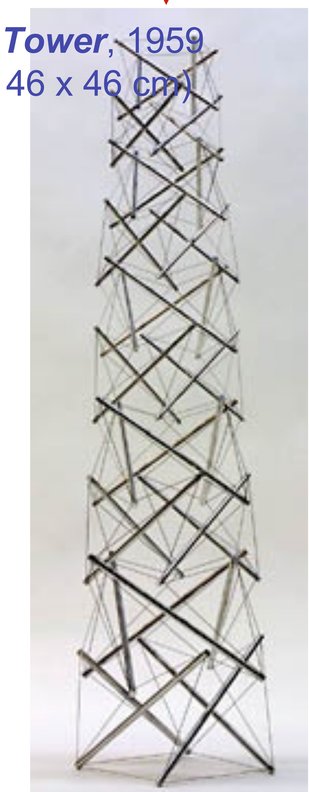


Tensegrity icosahedron
R. B. Fuller, 1949

***90-strut* (pentaquisdodecaedro)**
R. B. Fuller, 1980

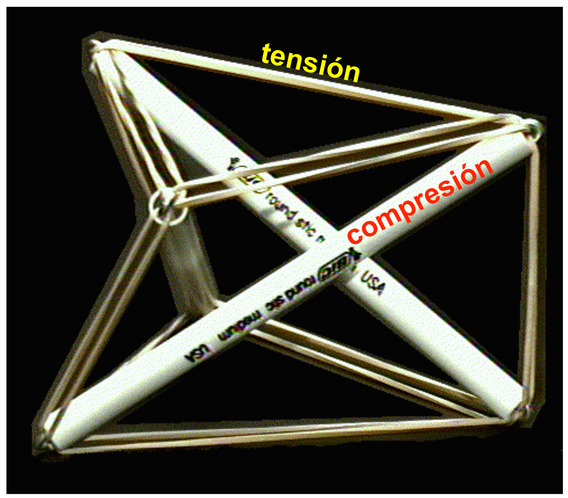
floating compression* — *tensegrity* — *tensional integrity
compresión discontinua — tensegridad — tensión continua
(KD Snelson) (RB Fuller)

tensegrity structure
tensegridal — [tensegrítica]



***4-Way Tower*, 1959**
(147 x 46 x 46 cm)

esnelsones



Islas de compresión en un océano de tensión [tracción]

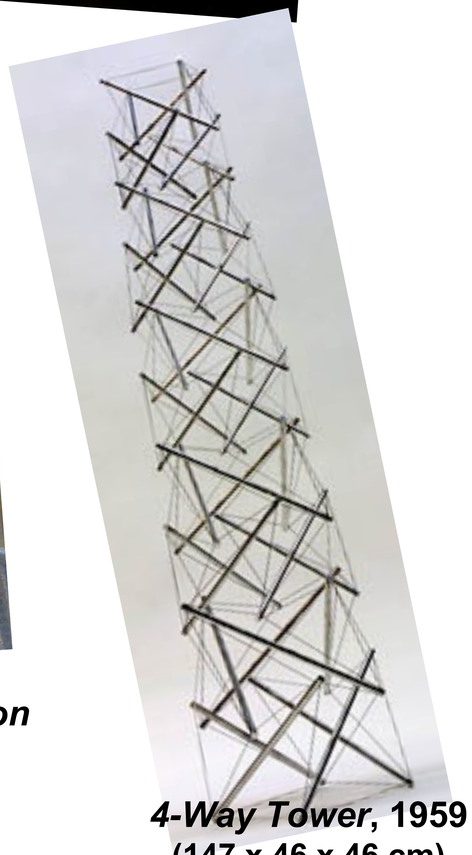
U. S. *Pavilion*
Montreal *World's Fair 1967*

fullerenos

4-Way Tower, 1963
(214 x 28 x 28 cm)

***Needle Tower*, 1968**
(18.2 x 6 x 6 m)

***Needle Tower II*, 1969**
(30 x 6 x 6 m)

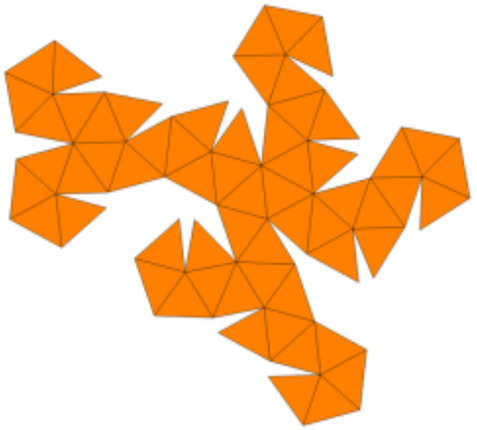


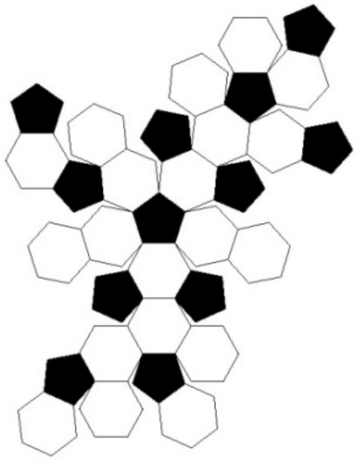
***4-Way Tower*, 1959**
(147 x 46 x 46 cm)

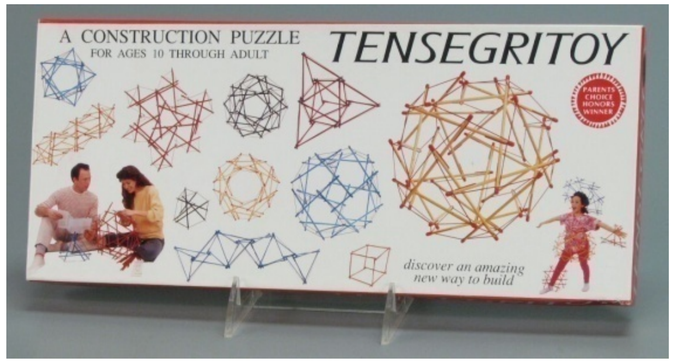
Kenneth D. Snelson
(n1927)

***Dragon*, 2000-03**
(9.3 x 9.4 x 3.6 m)

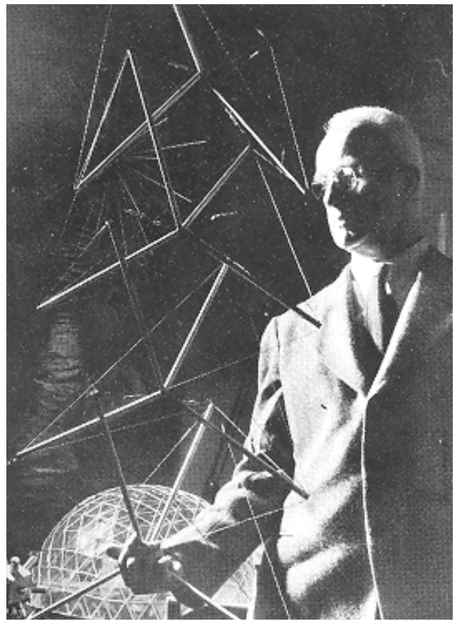
***Rainbow Arch*, 2001**
(2.1. x 3.8 x 1 m)



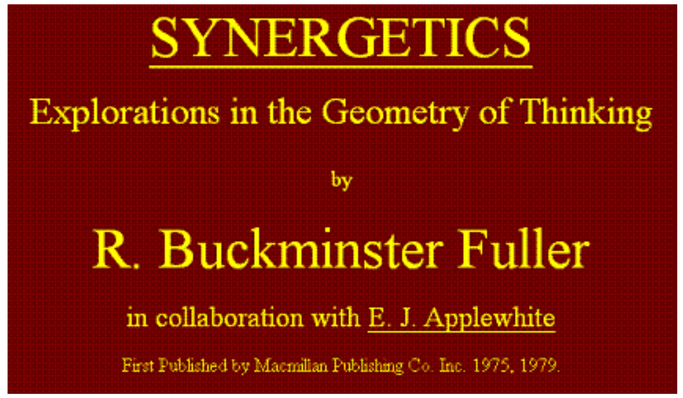




Cary Kittner & Stuart Quimby
Tensegrity Systems Corporation ®



R.B. Fuller(1895-1983)
con el *mástil tensegridal*
construido por K. Snelson en 1949.



***Synergetics*: estudio empírico de los sistemas en transformación. En particular del comportamiento global del sistema, impredecible a partir de los comportamientos de cada uno de sus componentes. *Comprehensive anticipatory design science*.**

***World Map on Dymaxion Projection*, 1946**

U. S. *Pavilion* –
American Exchange Exhibit - Moscu, 1959
Diseño: Richard Buckminster Fuller
Construcción: Geodesics Inc.

U. S. *Pavilion* – Montreal *World's Fair 1967*
Diseño: Richard Buckminster Fuller (1895-1983)
Construcción: Geodesics Inc.

***Spaceship Earth* - Epcot**
(*Experimental Prototype Community of Tomorrow*)
Walt Disney World Resort - Orlando, Florida, 1982

Catedral de Saint-Aubain: 1751-1767
Gaetano Matteo Pisoni (1713-1782)
Namur, orillas río Mosa, Bélgica

Basílica de San Pedro: 1506-1626.
Donato d'Angelo Bramante (1443-1514)
Roma

Basílica de Sta. Mª. del Fiore: 1423-1436
Filipo Bruneleschi (1377-1446)
Florencia

Catedral de la Inmaculada: 1885-1975.
Juan Bautista Stiehle (1829-1899)
Cuenca, Ecuador

Panteón de Marcus Agrippa
Publius Aelius Hadrianus
Roma, 126 AD.

Nanotecnología

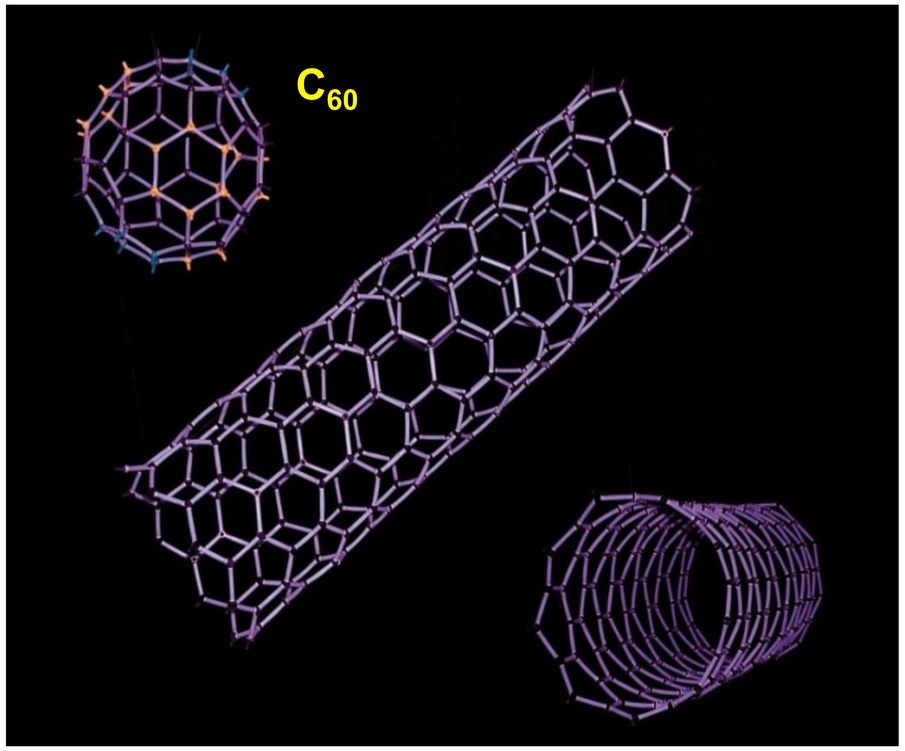
***Spaceship Earth* - Epcot**
(*Experimental Prototype Community of Tomorrow*)
Walt Disney World Resort - Orlando, Florida, 1982

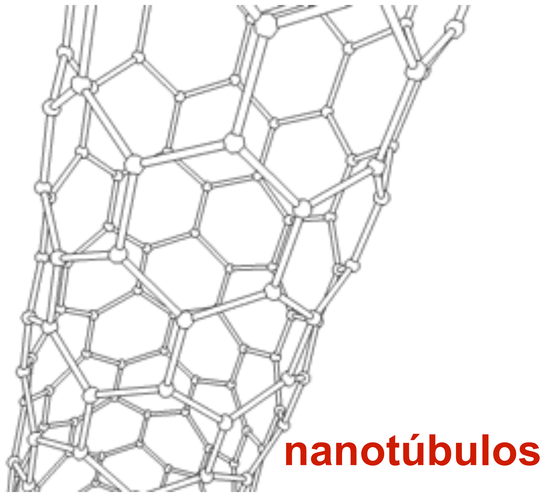
Plenty of Room at the Bottom
Richard P. Feynman
29 December 1959 (APS-Caltech)

"What I want to talk about is the problem of manipulating and controlling things on a small scale."

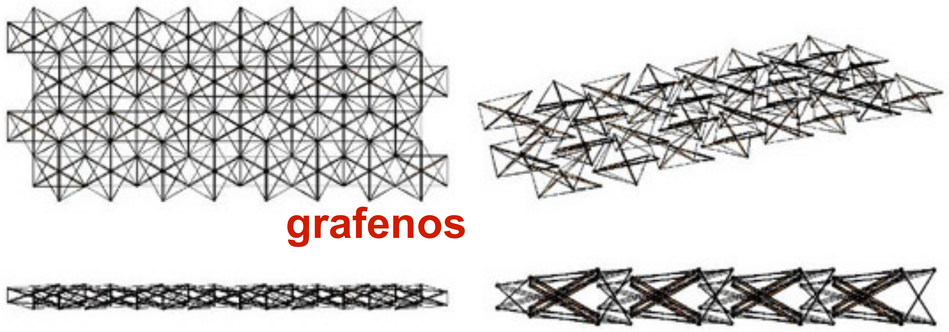
Richard P Feynman (1918-1998)
PN Física 1965: QED

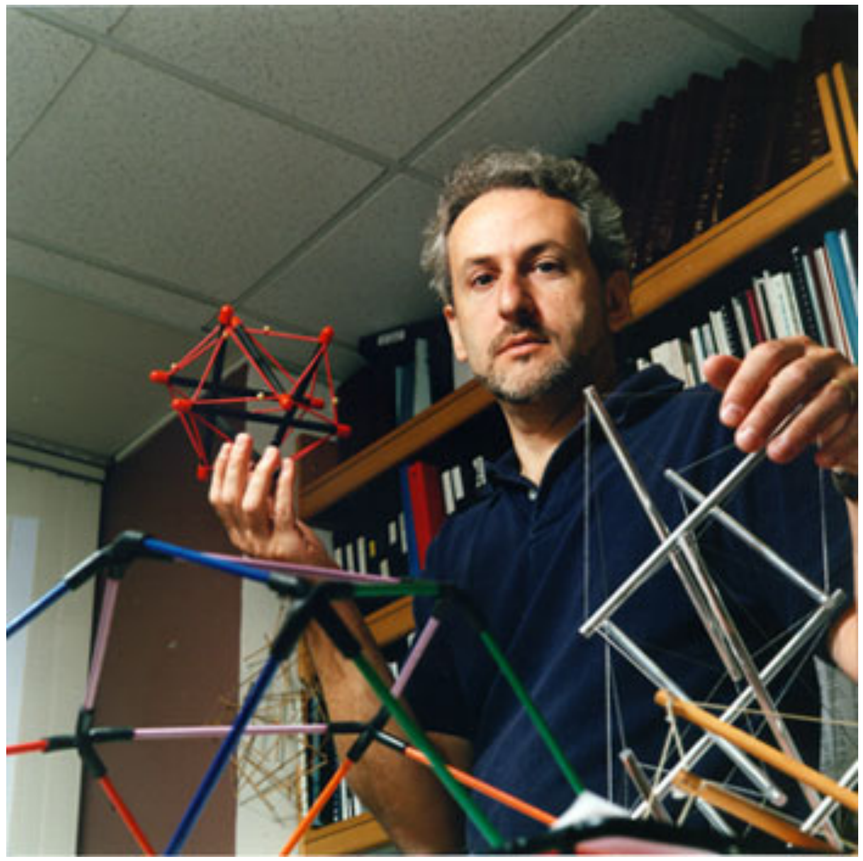
Science 254 (5039) Dec 20, 1991





C: carbón, grafito, diamante, C_{60}

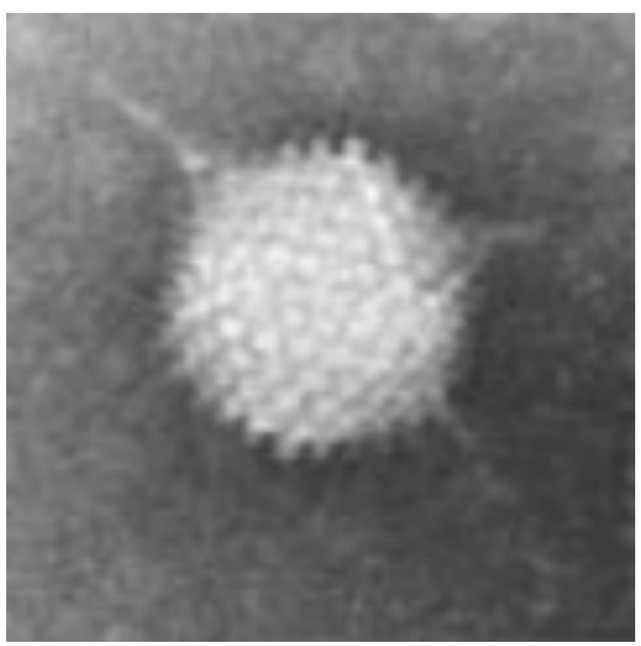


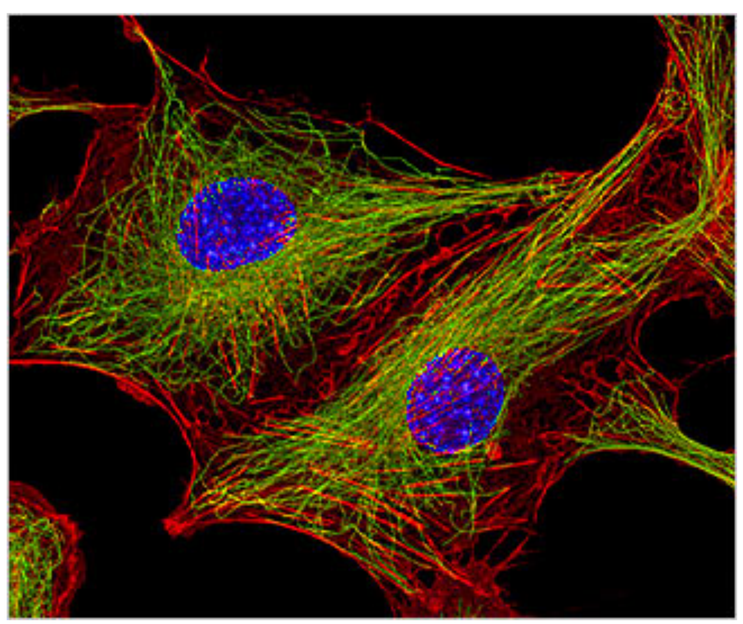


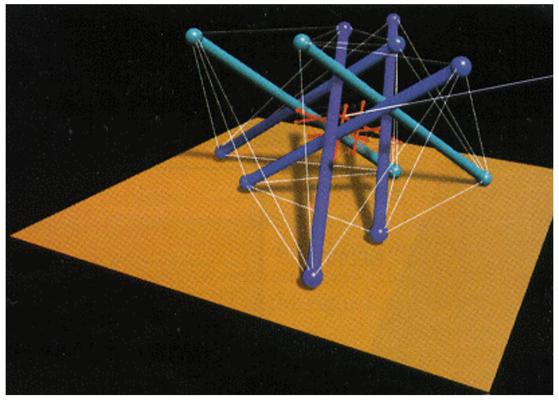
Donald E. Ingber

“Un conjunto universal de reglas de construcción parece guiar el diseño de estructuras orgánicas, desde simples compuestos de carbono hasta las complejas células y los tejidos”.

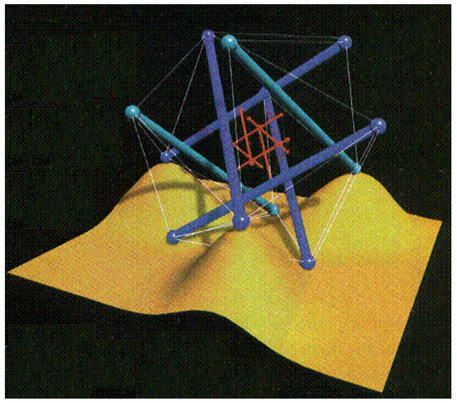
(The architecture of life. *Sci Amer* 278: 48-57 1998)





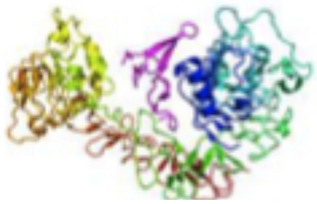


Epigenética: control expresión génica supraADN
Epigenética topológica – topoepigenética

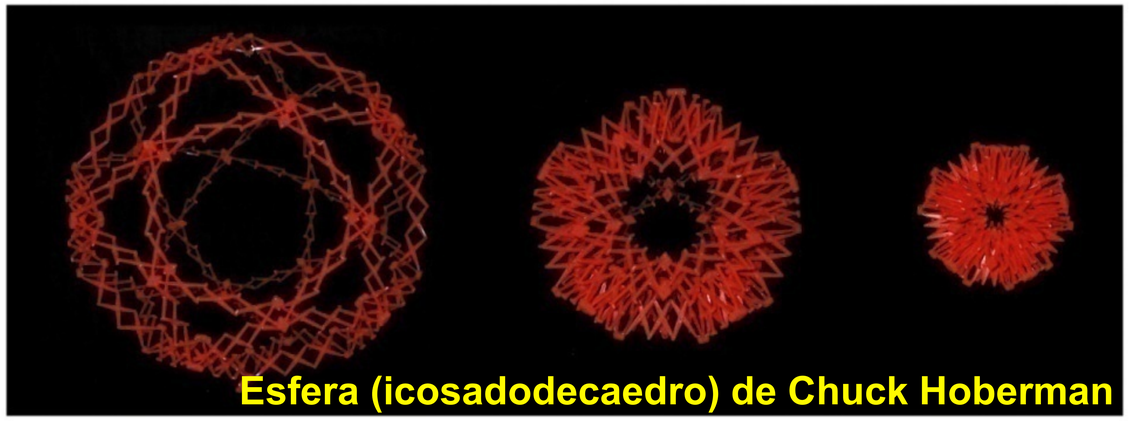


ADN

ARN

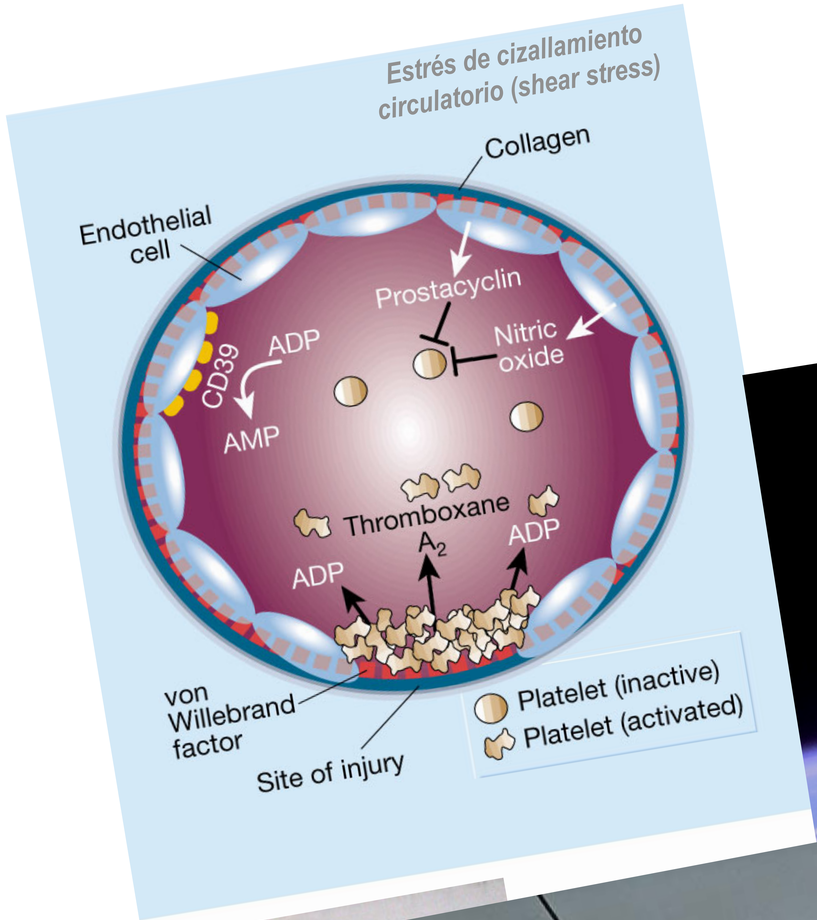


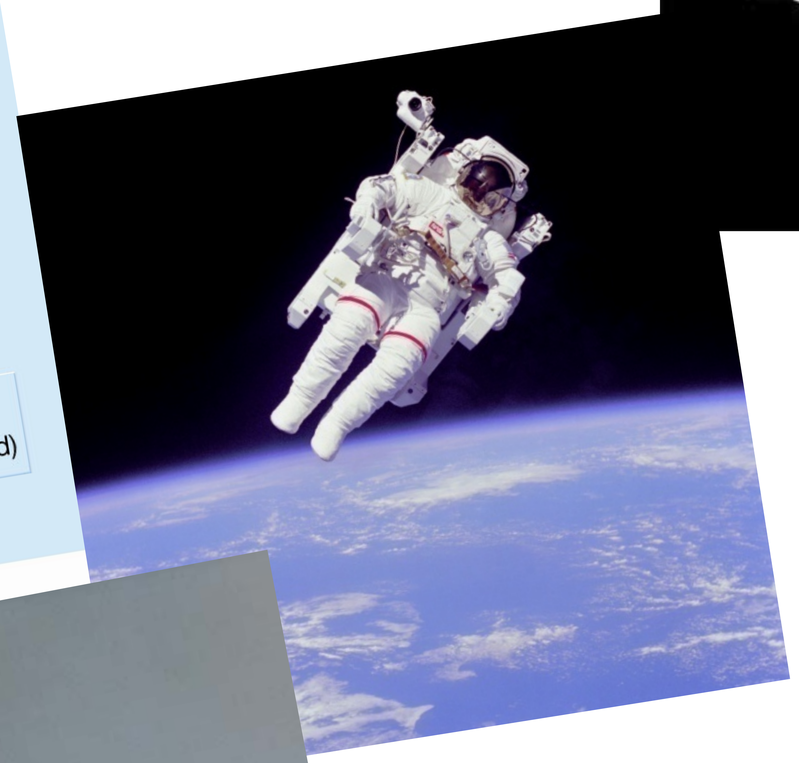
proteína

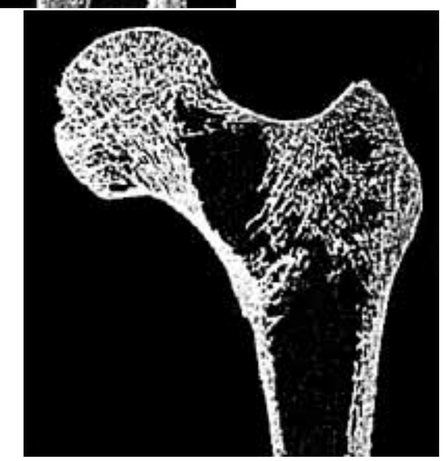


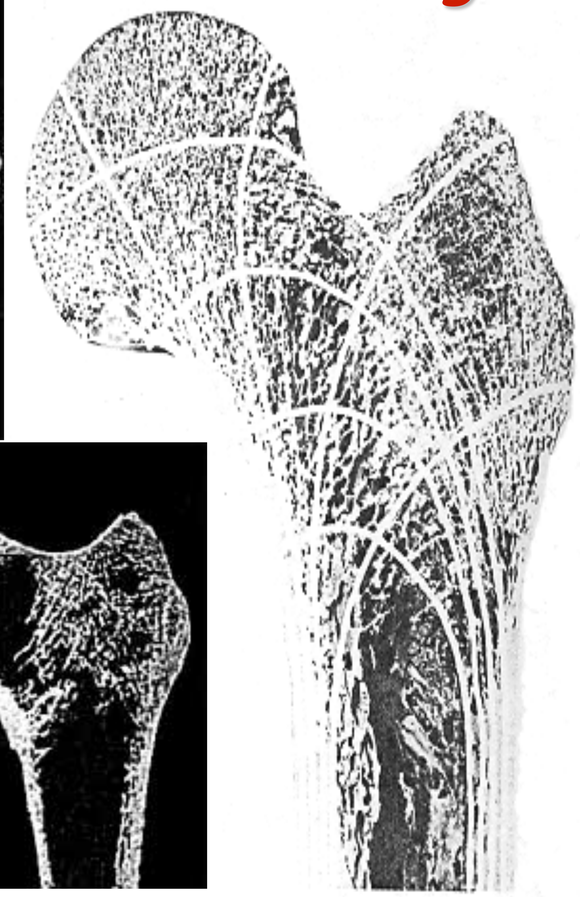
Hoberman Associated
Transformable design ®

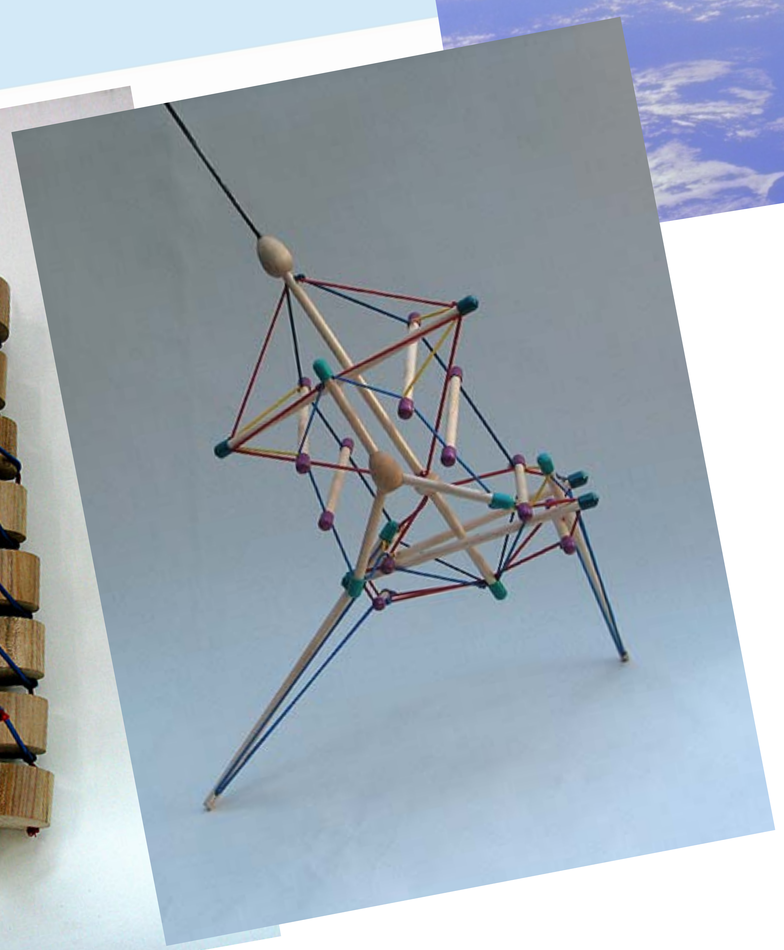
Bio-Tensegridad

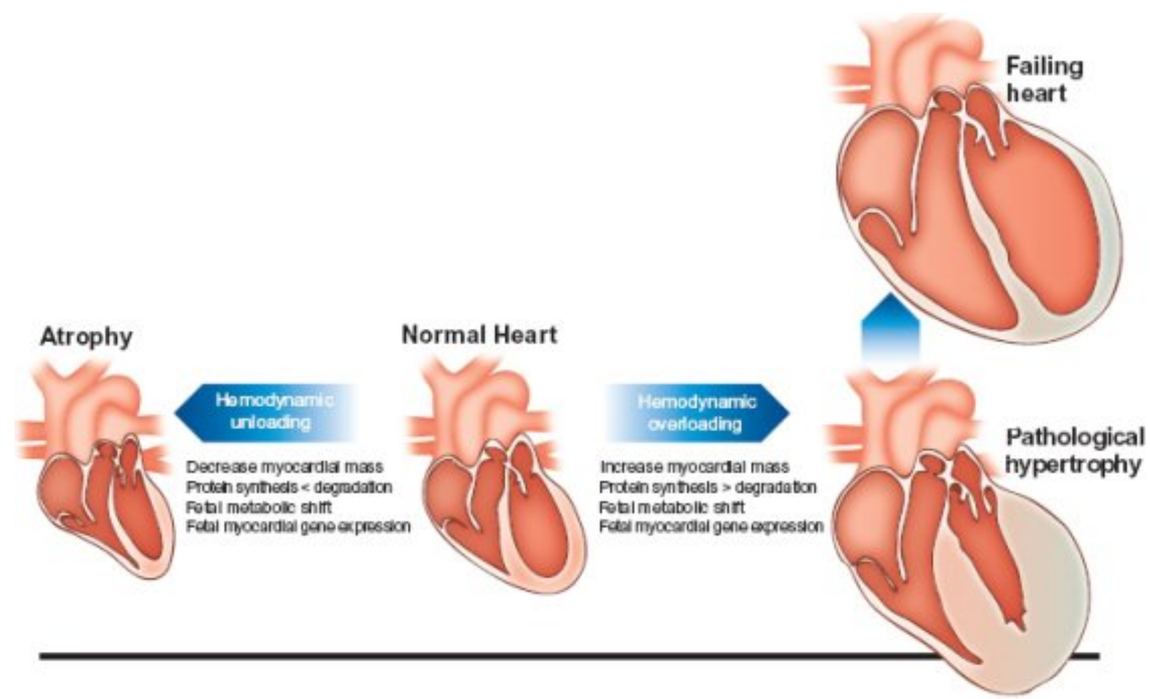












TRANSCIENCIA

Algunos abordajes

Biomimetismo

fractales – tensegridad

Biología sintética

bioingenierización de la biosfera

Biocomputación

Macro [mega]datos

ciencia agnóstica

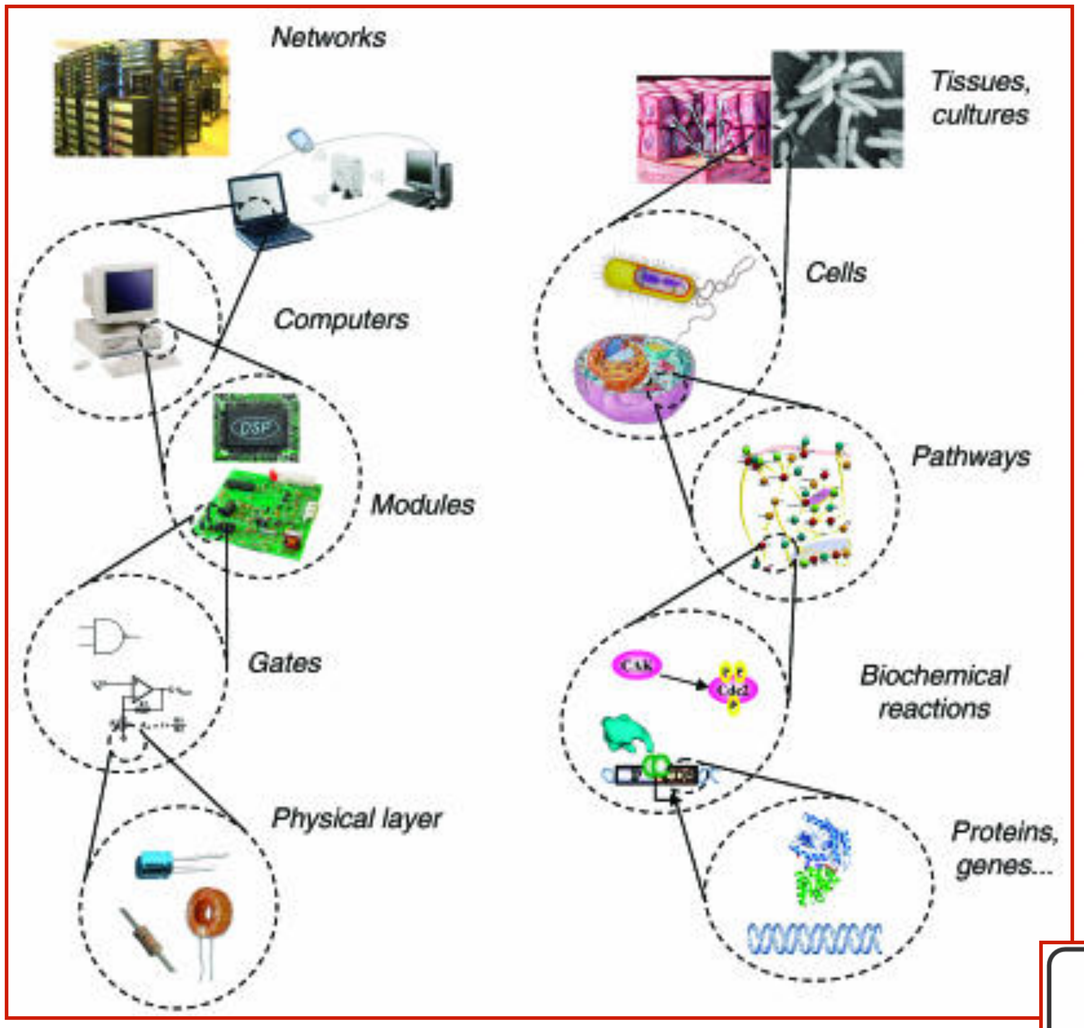
Omniscópica – Megahistoria

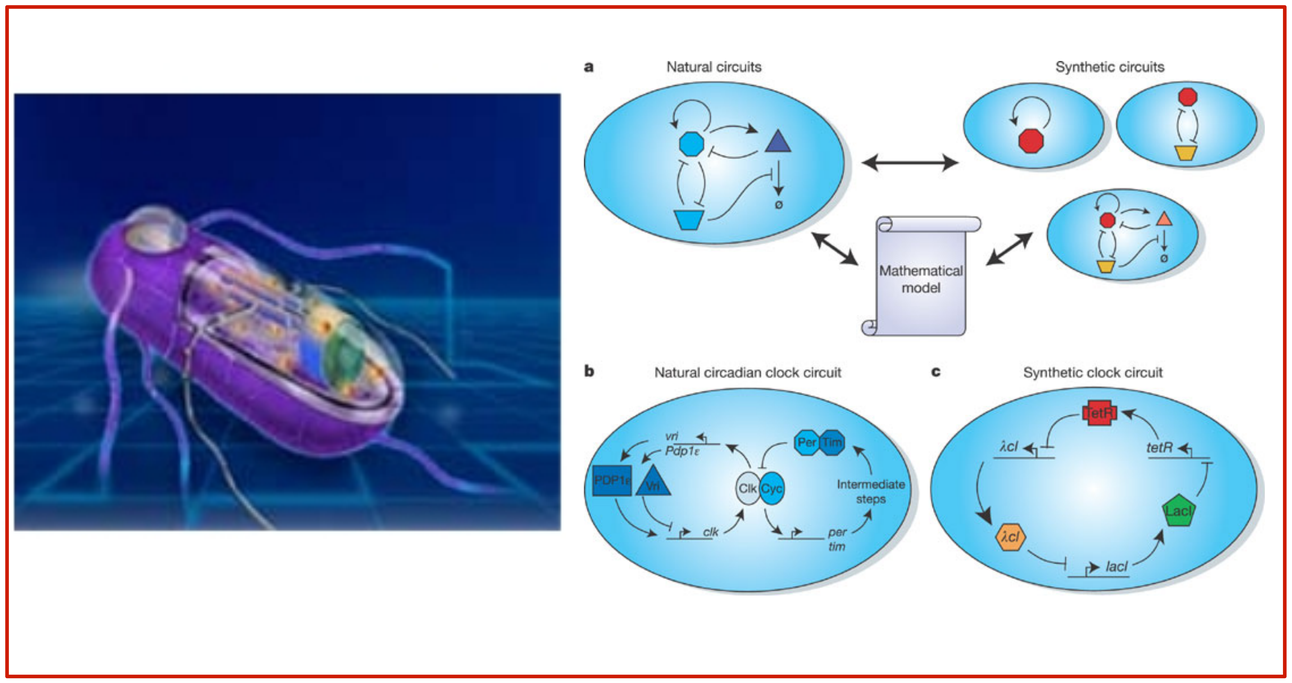
Culturómica

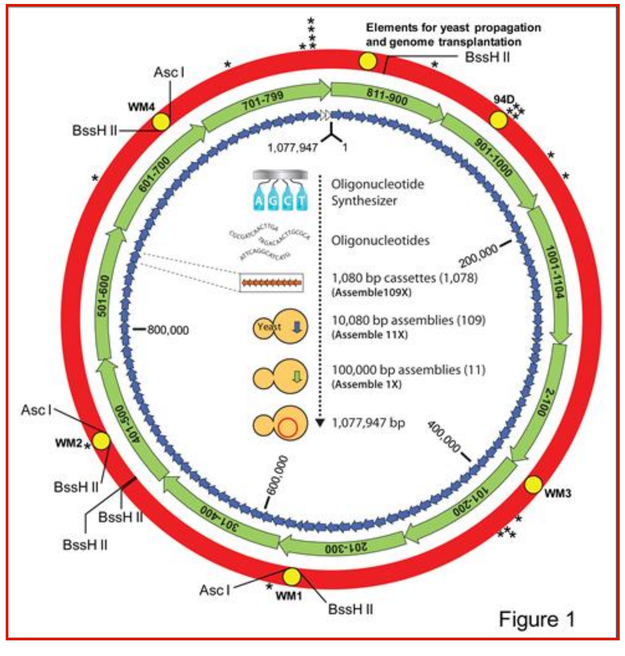
FuturICT

Enseñanza / Formación

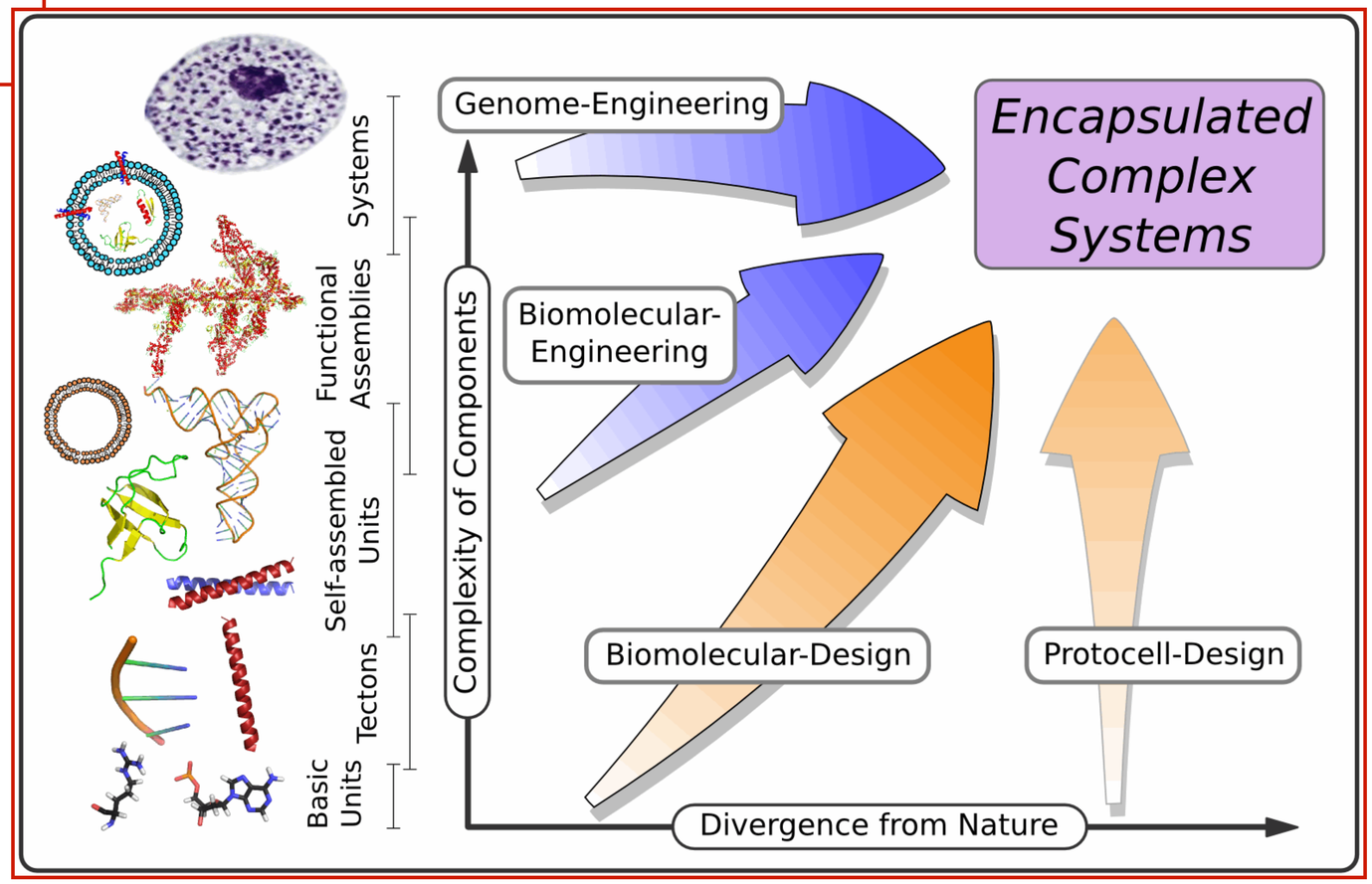
Biología sintética

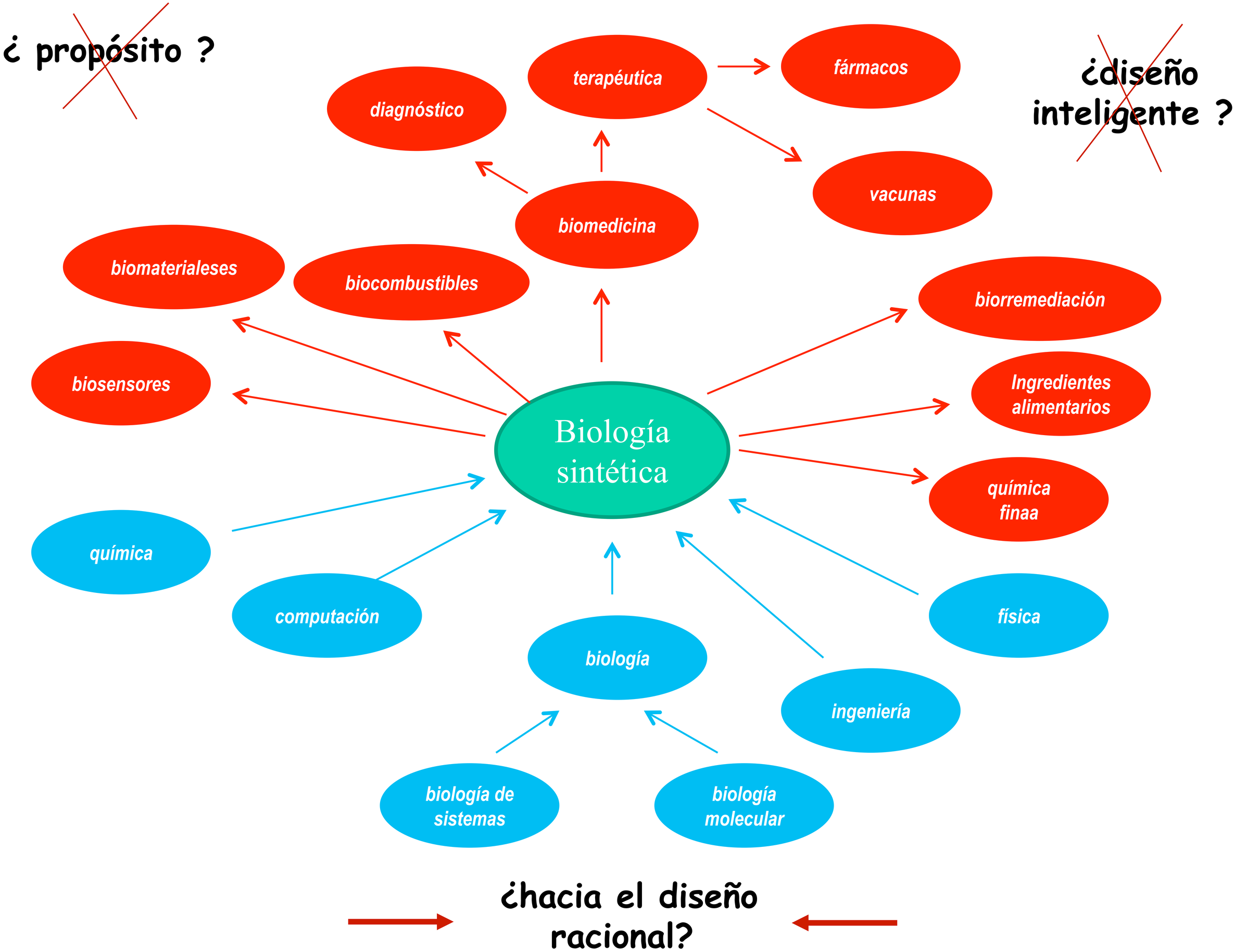






Creation of a bacterial cell controlled by a chemically synthesized genome. J Craig Venter y col. *Science* 2 July 2010; 329: 52-6.




¿ propósito ?
¿diseño inteligente ?
terapéutica
fármacos
diagnóstico
vacunas
biomedicina
biomaterialeses
biocombustibles
biorremediación
biosensores
Ingredientes alimentarios
Biología sintética
química finaa
química
computación
física
biología
ingeniería
biología de sistemas
biología molecular
¿hacia el diseño racional?

TRANSCIENCIA

Algunos abordajes

Biomimetismo

fractales – tensegridad

Biología sintética

bioingeierización de la biosfera

Biocomputación

Macro [mega]datos

ciencia agnóstica

Omniscópica – Megahistoria

Culturómica

FuturICT

Enseñanza / Formación

Molecular Computation of Solutions to Combinatorial Problems
Leonard M. Adleman
***Science* 1994; 266 (5187): 1021-4.**

The tools of molecular biology were used to solve an instance of the directed Hamiltonian path problem . A small graph was encoded in molecules of DNA, and the "operations" of The computation were performed with standard protocols and enzymes. This experiment demonstrates the feasibility of carrying out computations at the molecular level.

20-mer oligonucleotide representing cities

(2) 5' TATCGGATCGGTATATCCGA 3'

(3) 5' GCTATTCGAGCTTAAAGCTA 3'

(4) 5' GGCTAGGTACCAGCATGCTT 3'

20-mer oligonucleotide representing paths between cities

(2)→(3) 5' GTATATCCGAGCTATTCGAG 3'

(3)→(4) 5' CTTAAAGCTAGGCTAGGTAC 3'

DNA representation of the path from city 2 –> city 3 –> city 4

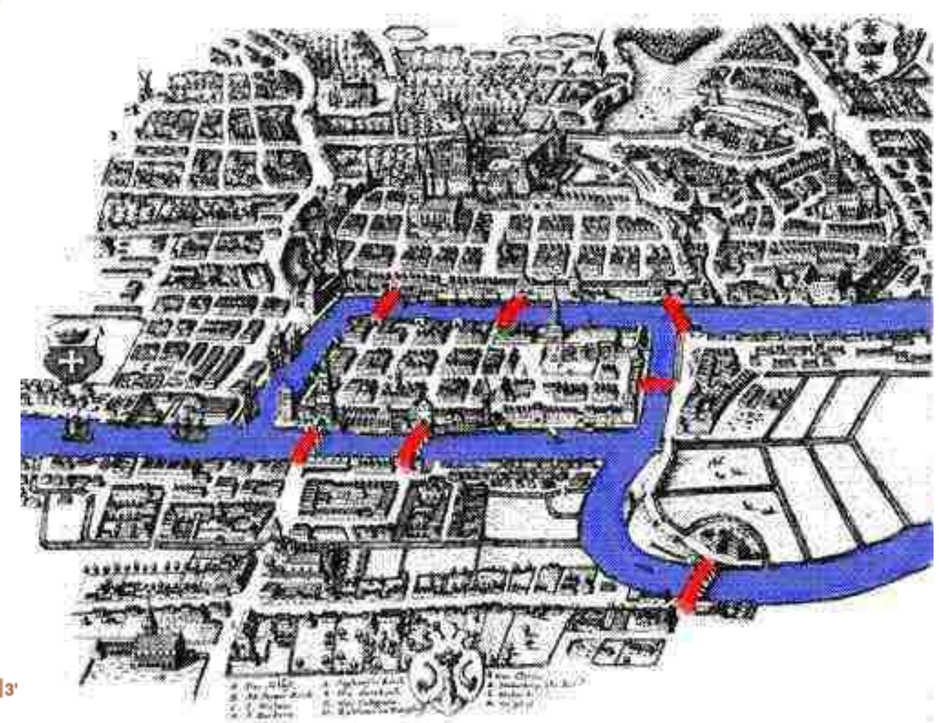
(2)→(3) (3)→(4)

5' GTATATCCGAGCTATTCGAGCTTAAAGCTAGGCTAGGTAC 3'

3' CGATAAGCTCGAATTTCGAT 5'

(3) complement of (3)

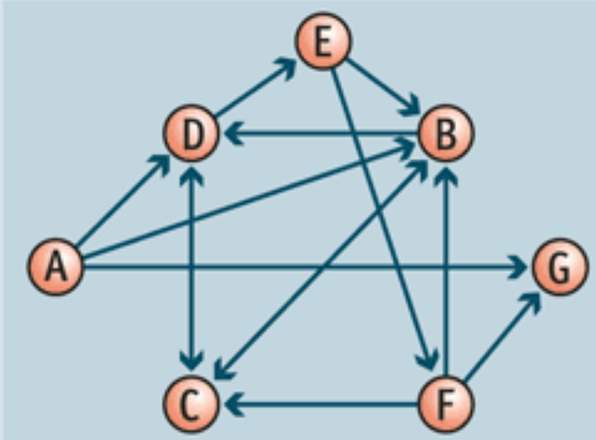
based c



7 puentes de Königsberg, Isla de Kneiphof, Rio Pregel, Prusia (Kaliningrado)
Leonard Euler (1707-1783)
Solución negativa: teoría de grafos.

Showing the way

The experiment that launched DNA computing



1. Given a network of one-way roads linking seven towns, the aim is to determine if there is a route that starts in town A, finishes in town G and visits each town exactly once. First, short strands of DNA are made to represent the links in the road network. Because a road runs from town A to town B, AB strands are created. There are no roads between A and C, so no AC or CA strands are created. For each link in the network, about 100 trillion DNA strands are created.

2. Next, special "splint" DNA is mixed in, which causes the strands to join up where they have matching letters. AD, for example, may join up with DE to form ADDE. This longer strand in turn might join up with EB to form ADDEEB. The result is a series of longer strands, each of which represents a journey within the network.

3. Using a chemical reaction called PCR amplification, just the long strands that start with A and end in G are selected, so that only routes that begin in town A and end in town G remain.

4. The strands are then drawn through an electrified gel. Strands of different lengths move through the gel at different speeds, sorting the strands by length. Only the long strands consisting of six linked short strands are then retained. (Because there are seven towns, a route that passes through each town once must consist of six links.)

5. Finally, the remaining long strands are filtered to ensure that they contain each letter at least once, because a valid route must visit every town. Any strands that fail to contain an A are first discarded; then any strands that lack a B, and so on. Any strands left over must represent valid routes. In this case, the only valid route is encoded by the long strand ABBCCDDEEFFG: A to B to C to D to E to F to G.

Source: *The Economist* **3 marzo 2012.**

TRANSCIENCIA

Algunos abordajes

Biomimetismo

fractales – tensegridad

Biología sintética

bioingenierización de la biosfera

Biocomputación

Macro [mega]datos

ciencia agnóstica

Omniscópica – Megahistoria

Culturómica

FuturICT

Enseñanza / Formación

Cualquier sociedad de la información moderna dispone de vastos repositorios de datos, tanto públicos como privados. Cualquier organización construida alrededor de la recopilación, el análisis, la monitorización, el filtrado, la búsqueda o la organización de contenido debe enfrentarse al problema de la escala en el tamaño de sus repositorios de datos. Moviéndonos fuera de la esfera comercial y situándonos en el ámbito científico, varias disciplinas científicas manejan tamaños de datos del orden de los petabytes (PB: 10^{15}). La comunidad de física de altas energías utiliza el gran colisionador de hadrones – LHC– cerca de Ginebra para desentrañar los misterios del universo. El LHC produjo 13 PB en 2010. El telescopio LSST (*Large Synoptic Survey Telescope)* instalado en Chile, que entrará en funcionamiento en 2016, será capaz de observar el cielo al completo cada pocos días; su cámara de 3.2 gigapíxeles (GP: 10^{9}) generará 10 PB año. El Instituto Europeo de Bioinformática (EBI) mantiene un repositorio de secuencias de ADN que alcanzó los 9.2 PB en 2010; seguramente revolucionará los campos de la genética y la medicina. Una capacidad avanzada para la computación ayuda a los investigadores a explorar y extraer información sobre colecciones masivas de datos o macrodatos (*big data*). *Ciencia agnóstica* para unos, el *cuarto paradigma* para otros. En cualquier caso, una especie de *anarquismo epistemológico* que relega al método científico tradicional. En *big data*, primero los datos, luego su significado.

Tsunami de datos

Unidad	Tamaño	Significado
Bit	**1 o 0**	**"*Binary digit*". Unidad de medida de información equivalente a la elección entre dos posibilidades igualmente probables: 0 o 1. Es el código que utilizan las computadoras para almacenar y procesar datos.**
Byte	**8 bites**	**Información suficiente para crear una palabra o un número en código computacional. Es la unidad básica de computación.**
Kilobyte	**10^3 "**	**De *mil* en griego. El texto escrito en una página -formato papel DIN A4- a un espacio, representa 4 KB .**
Megabyte	**10^6 "**	**De *grande* en griego. Una novela de 500 páginas (2 mil caracteres pág.) ocupa 5 MB. Una fotografía estándar de buena calidad (1024 x 768 píxeles): 8.4 MB.**
Gigabyte	**10^9 "**	**De *gigante* en griego. Capacidad de un CD estándar: 5.45 GB. Capacidad de información del genoma humano: 6.4 GB.**
Terabyte	**10^{12} "**	**De *monstruo* en griego. Capacidad de memoria funcional del cerebro humano: 1.25 TB. Proyecto 100 genomas: 7.3 TB.**
Petabyte	**10^{15} "**	**Del griego p*entá*: 1000^5 . Wal-Mart procesa 10^6 transacciones comerciales/h → DB 2.5 PB. Biblioteca del Congreso de EE. UU (40 M libros + 68 M manuscritos) = 10 PB. Capacidad de almacenamiento de 1 g ADN = 2.2 PB**
Exabyte	**10^{18} "**	**Del griego *exa*: seis: 1000^6 . Equivale a 10^{10} copias de un número de la revista *The Economist*. Dos tercios de la producción anual de información.**
Zettabyte	**10^{21} "**	**Del francés *sept*: siete: 1000^7 . La información total que se genere este año equivaldrá a 1.2 ZB. Constante de Avogadro: 6×10^{23} mol $^{-1}$.**
Yottabyte	**10^{24} "**	**Del griego *októ*, ocho: 1000^8 . Núm. bites requerido para recrear un ser humano en una computadora cuántica: 2×10^{45} . 10^{92} : capacidad de información total en el universo observable.**

En el año 2012 se produjeron, cada día, 2.5×10^{18} bytes de datos.
En 10 años = x 50

Milton Sirotta, 1938:
(1911-1981)

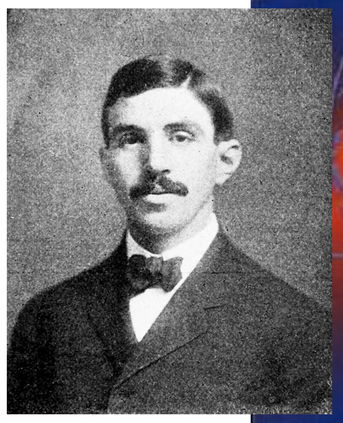
***Googol*: 10 ^{100}**
[gúgol]

Google

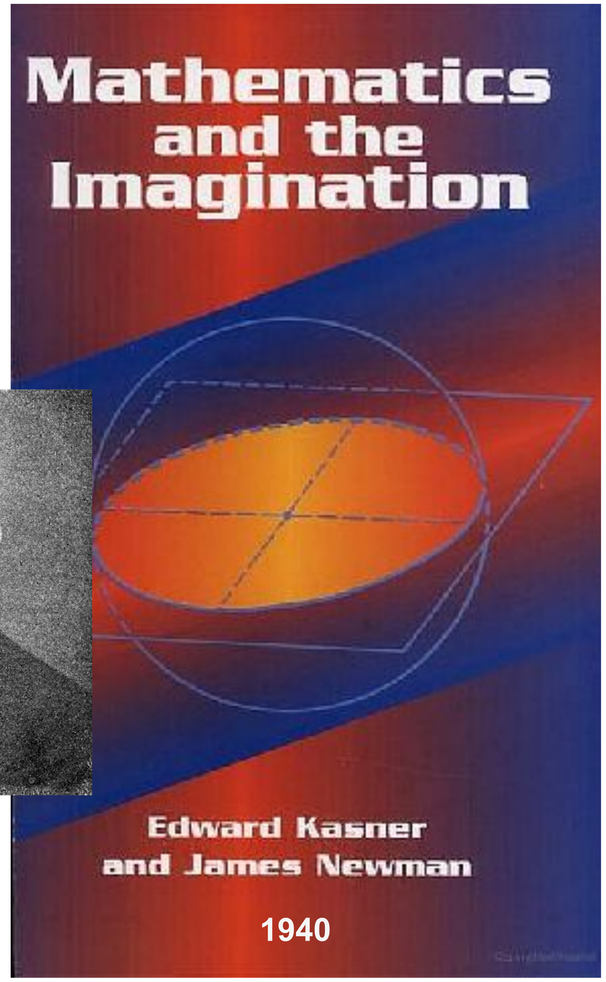
***Googolplex*: 10 ^{googol}**

***Googolplex toy*®**
Arlington-Hews, Inc.
U. S. Patent: 5046982

(juego de construcción; por ej. Lego®)

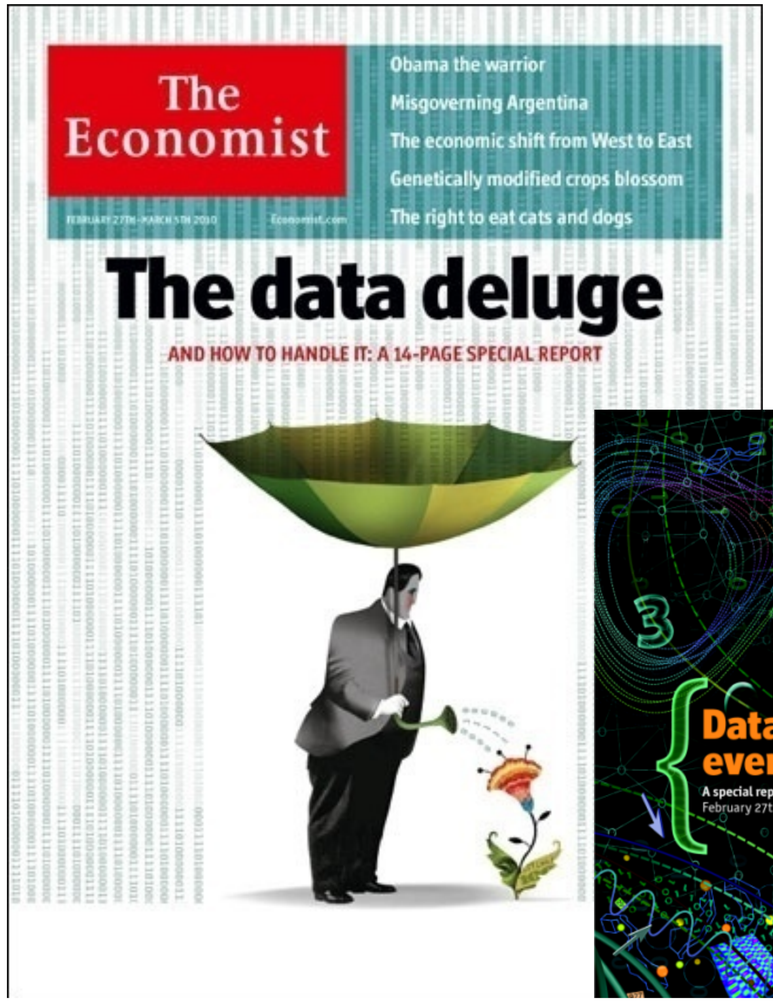


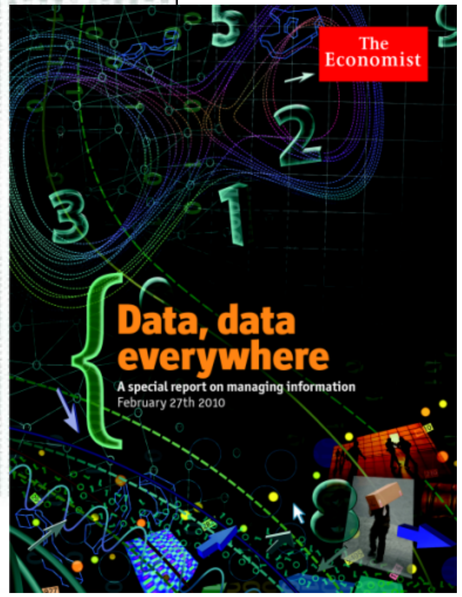
Edward Kasner
(1878-1955)



ilimitado vs infinito

Meganúmeros indefinidos ficticios:
[Nº Sagan: 70x10^{21} (zettabyte)**]**
gazillion





Paul K. Feyerabend
(1924-1994)

Contra el Método (1975)
Anarquismo epistemológico
Ciencia agnóstica

René Descartes
(1596-1650)

Discurso del Método (1637)
Cartesianismo

Office of Science and Technology Policy
Executive Office of the President
New Executive Office Building
Washington, DC 20502

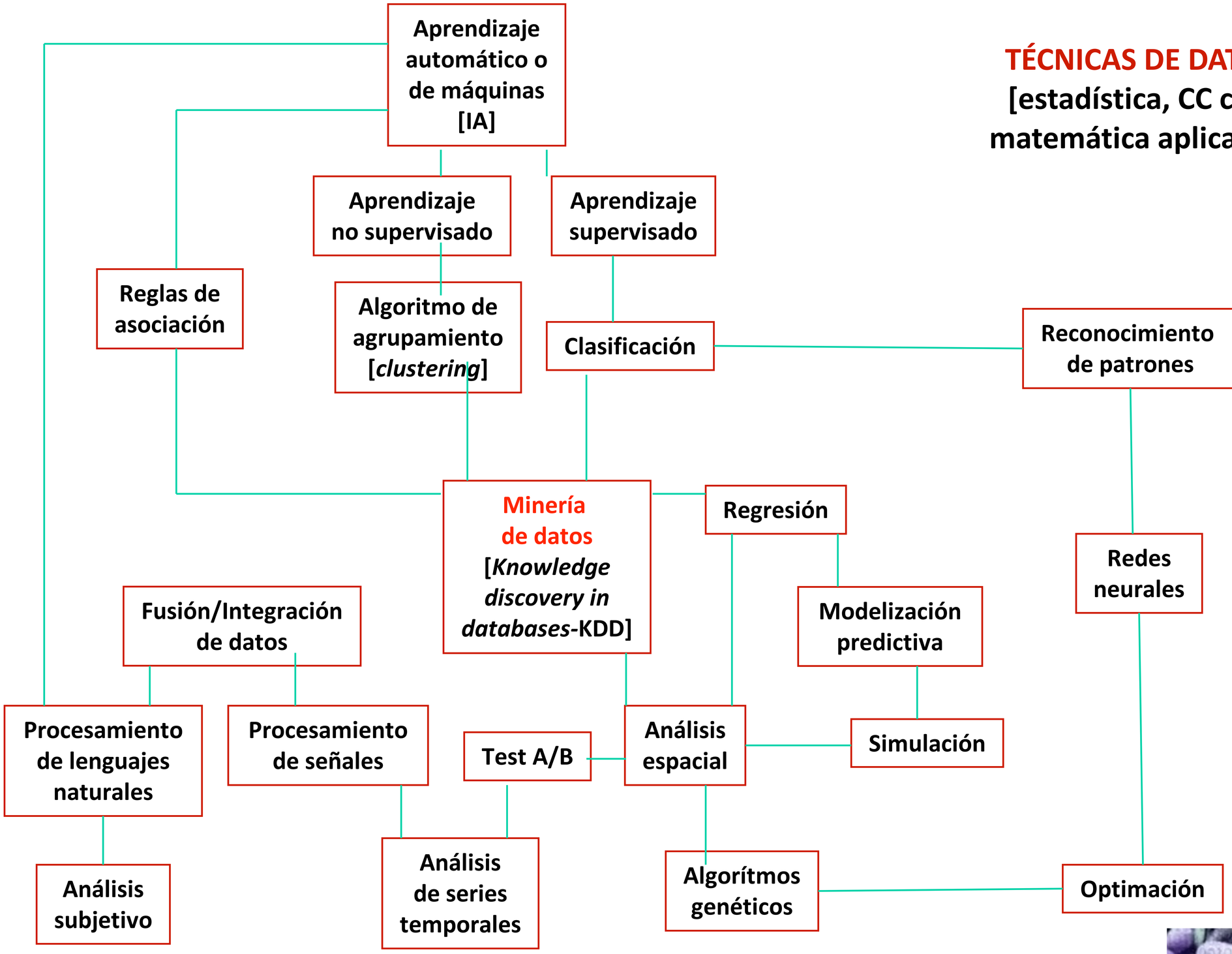
FOR IMMEDIATE RELEASE
March 29, 2012

Contact: Rick Weiss 202 456-6037 rweiss@ostp.eop.gov
Lisa-Joy Zgorski 703 292-8311 lisajoy@nsf.gov

OBAMA ADMINISTRATION UNVEILS "BIG DATA" INITIATIVE: ANNOUNCES $200 MILLION IN NEW R&D INVESTMENTS

Aiming to make the most of the fast-growing volume of digital data, the Obama Administration today announced a "Big Data Research and Development Initiative." By improving our ability to extract knowledge and insights from large and complex collections of digital data, the initiative promises to help solve some the Nation's most pressing challenges.

TÉCNICAS DE DATOS MASIVOS
[estadística, CC computación, matemática aplicada, economía]



TRANSCIENCIA

Algunos abordajes

- Biomimetismo
  - fractales – tensegridad
- Biología sintética
  - bioingenierización de la biosfera
- Biocomputación
- Macro [mega]datos
  - ciencia agnóstica

Omniscópica – Megahistoria

Culturómica

FuturICT

Enseñanza / Formación

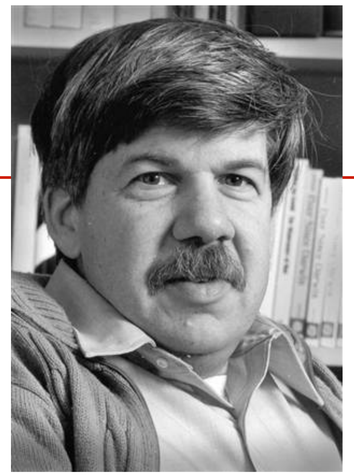
« La belleza de la naturaleza [de la historia]**, reside en el detalle;**

el mensaje, en la generalidad ».

La Vida Maravillosa: Burgess Shale y la naturaleza de la historia (1989)

Prefacio

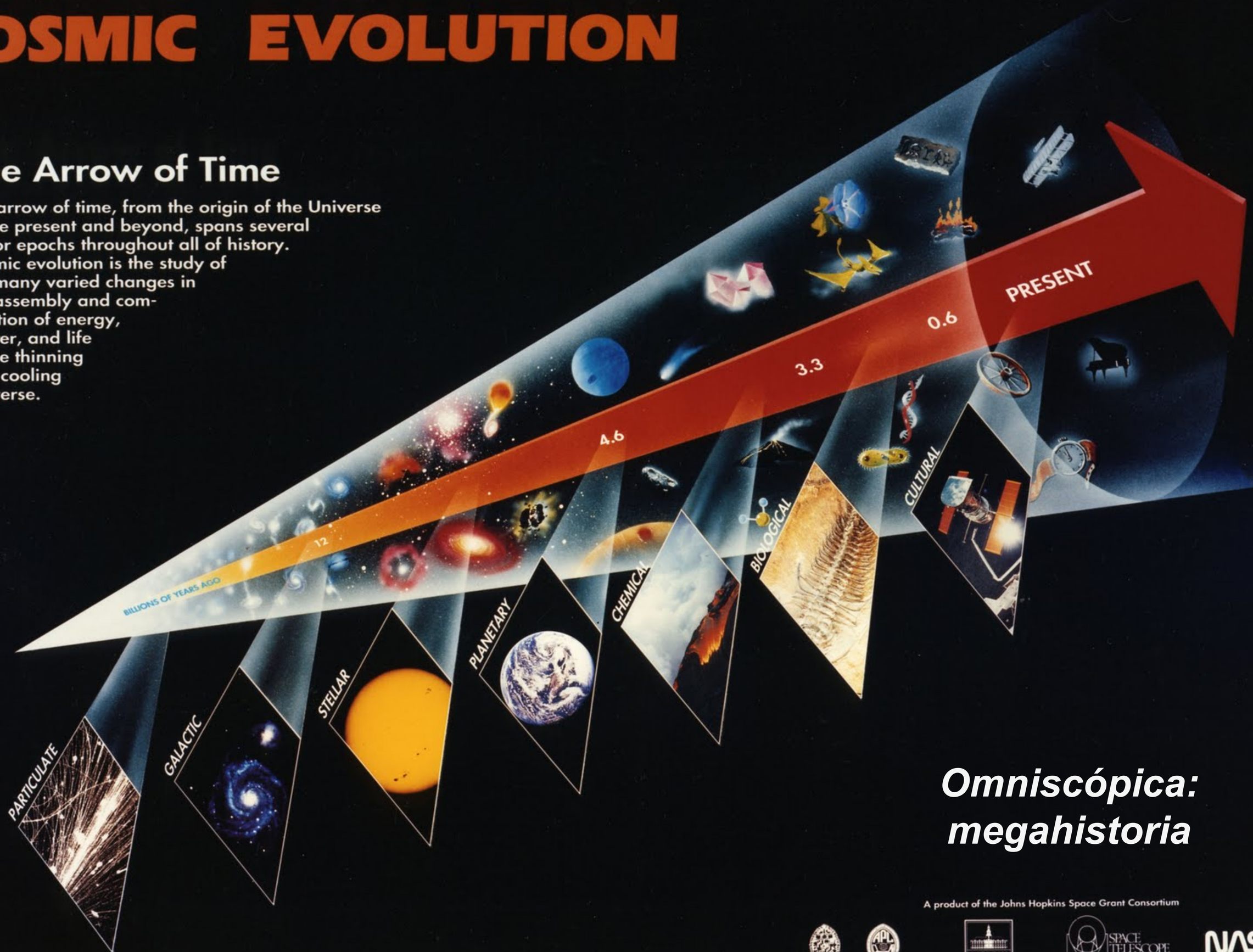
Stephen Jay Gould (1941-2002)



COSMIC EVOLUTION

The Arrow of Time

The arrow of time, from the origin of the Universe to the present and beyond, spans several major epochs throughout all of history. Cosmic evolution is the study of the many varied changes in the assembly and composition of energy, matter, and life in the thinning and cooling Universe.



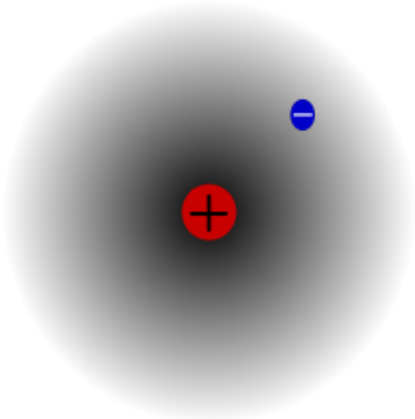
Omniscópica: megahistoria

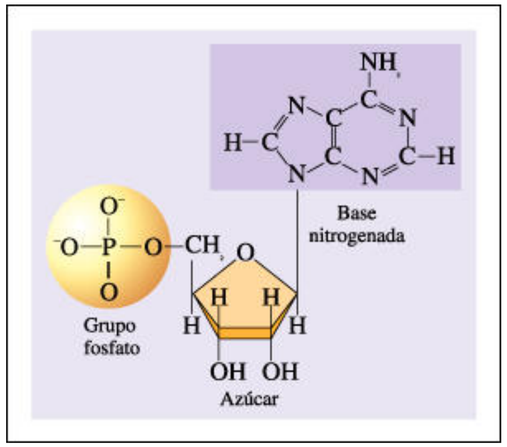
A product of the Johns Hopkins Space Grant Consortium

The Johns Hopkins University · Morgan State University · Space Telescope Science Institute · NASA National Aeronautics and Space Administration

Photo insets are courtesy of Fermi Lab, AURA, NASA, L. Hultgrien & USGA, The Peabody Museum & IMAX.

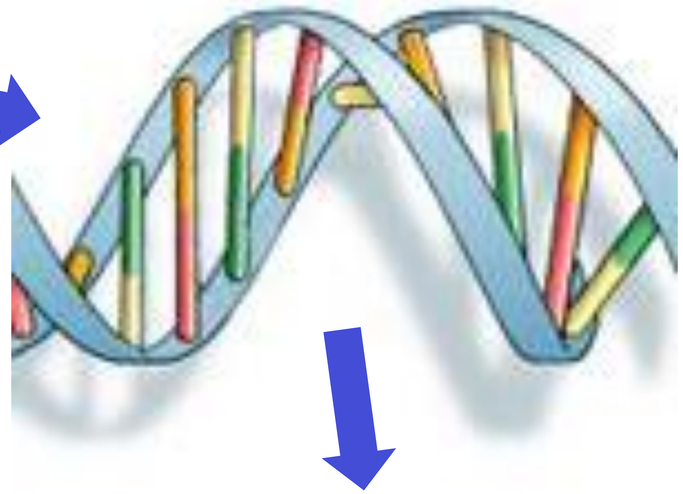
Protio: isótopo más común del hidrógeno. Tiene un protón y un electrón. Es el único isótopo estable que no tiene neutrones.

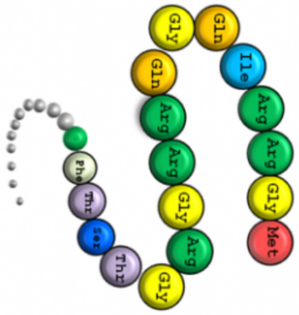




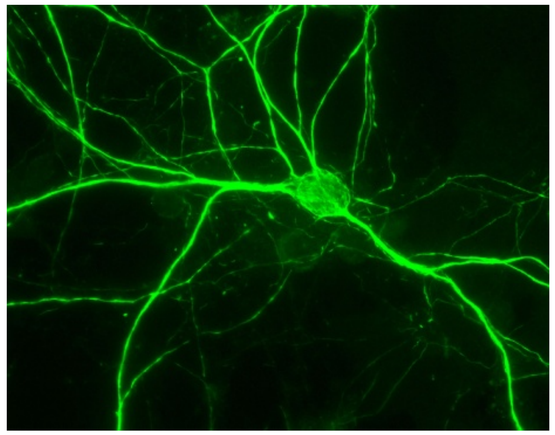
Nucleótido: molécula formada por la unión covalente de un monosacárido (azúcar), una base nitrogenada (adenina, guanina, citosina y timina/uracilo) y un grupo fosfato. Son los monómeros de Los ácidos nucleicos (ADN y ARN).

ADN: polímero de nucleótidos, que adoptan una conformación en doble hélice; portador de las instrucciones genéticas para la morfogénesis y funcionamiento de los seres vivos.



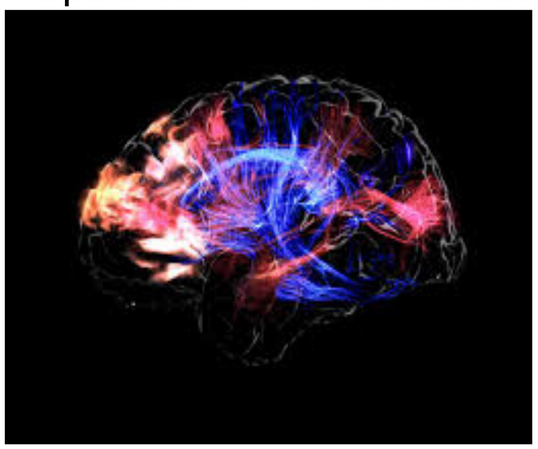


Proteína: cadena de aminoácidos que conforman las unidades básicas de células, tejidos y órganos.



Neurona: unidad básica del sistema nervioso.

Cerebro: central del sistema nervioso que procesa información proveniente del medio externo y del propio organismo, ejerciendo su control y las reacciones al medio externo. 10^{11} neuronas interrelacionadas por $10^{14\text{-}15}$ sinapsis conforman su estructura.



Contexto estructural de la historia a gran escala:
INCREMENTO DE COMPLEJIDAD

Características de los sistemas complejos:

- **las entidades complejas contienen componentes diversos.**
- **los componentes se estructuran de modos muy particulares.**
- **las entidades complejas muestran propiedades emergentes.**
- **las entidades complejas solo surgen cuando existen las condiciones precisas (*Goldilocks conditions*).**
- **las entidades complejas se asocian con flujos de energía que mantienen su estructura.**

Transciencia

Algunos abordajes

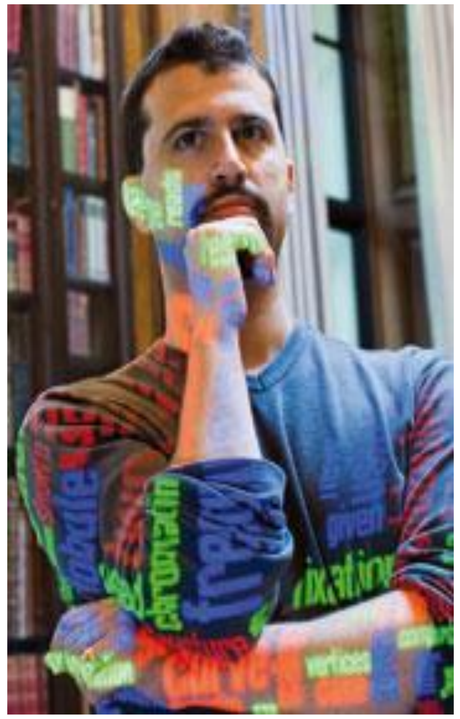
- Biomimetismo
  - fractales – tensegridad
- Biología sintética
  - bioingenierización de la biosfera
- Biocomputación
- Macro [mega]datos
  - ciencia agnóstica

Omniscópica – Megahistoria

Culturómica

FuturICT

Enseñanza / Formación

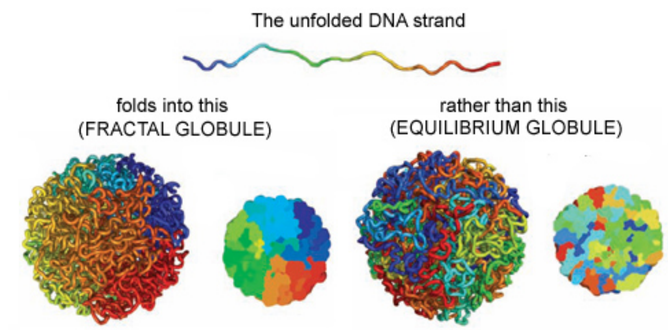


Erez Lieberman Aiden, educado en el judaísmo jasídico ortodoxo, teniendo el inglés como tercera lengua (su lengua materna es el rumano y el hebreo la segunda), pasó por Princeton, Harvard y el MIT; cursó estudios rabínicos, de historia, poesía haiku, matemáticas, filología y biología molecular. Sobre la base de la geometría fractal publicó un trabajo en *Science* proponiendo un modelo por el que el genoma humano —una doble fila de nucleótidos de dos metros de longitud— se compacta en una especie de ovillo de unas pocas micras de diámetro manteniendo su estructura y función intactas. Pero su salto a la fama se debe a la publicación, en 2011 y en esa misma revista —científica por excelencia—, en colaboración con Jean-Baptiste Michel y otra docena de avispados postdoc, de un artículo en el que aparece, por vez primera, la palabra «*culturomics*».

«Comprehensive mapping of long-range interactions reveals folding principles of the Human Genome.»

E. Lieberman-Aiden … [18]
Broad Inst. Harvard & MIT... [13]

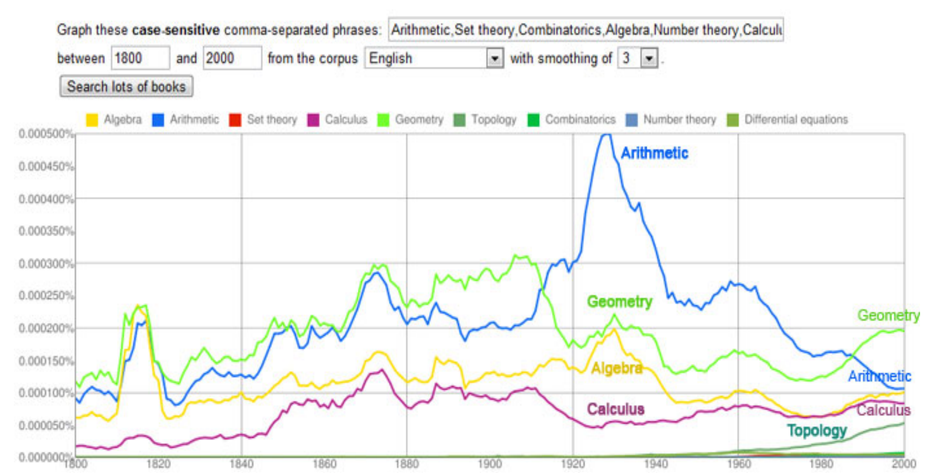
***Science* vol. 326, núm. 5950, 9 Oct. 2009**



«Quantitative analysis of Culture using millions of digitized books.»

J-B. Michel … E. Lieberman Aiden. [12]
Prog. Evolutionary Dynamics Harvard … [17]

***Science* vol. 331, núm. 6014, 14 Jan. 2011**



Abstract

We constructed a corpus of digitized texts containing about 4% of all books ever printed. Analysis of this corpus enables us to investigate cultural trends quantitatively. We survey the vast terrain of 'culturomics,' focusing on linguistic and cultural phenomena that were reflected in the English language between 1800 and 2000. We show how this approach can provide insights about fields as diverse as lexicography, the evolution of grammar, collective memory, the adoption of technology, the pursuit of fame, censorship, and historical epidemiology. Culturomics extends the boundaries of rigorous quantitative inquiry to a wide array of new phenomena spanning the social sciences and the humanities.

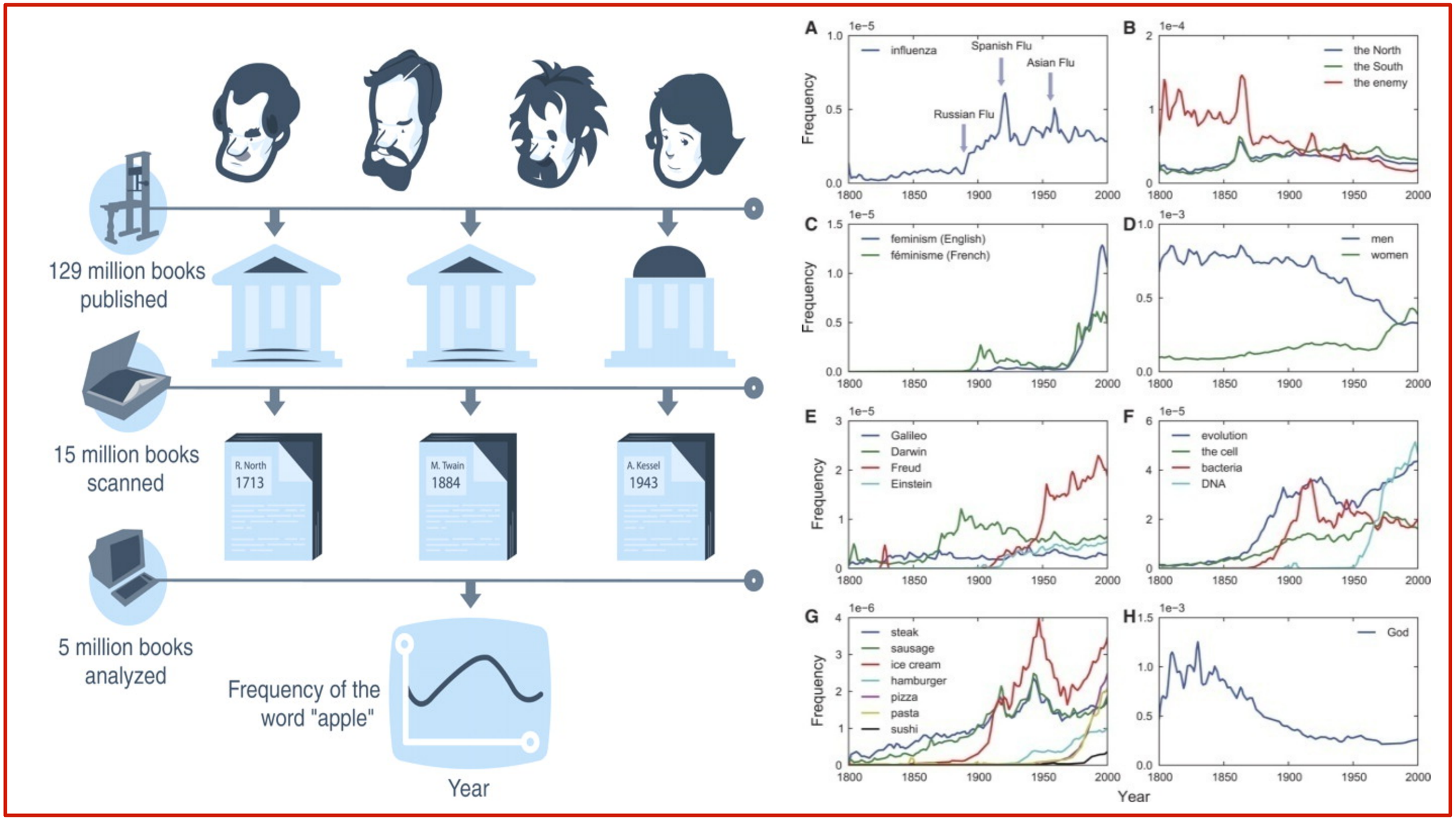
research article

«Quantitative Analysis of Culture Using Millions of Digitized Books»

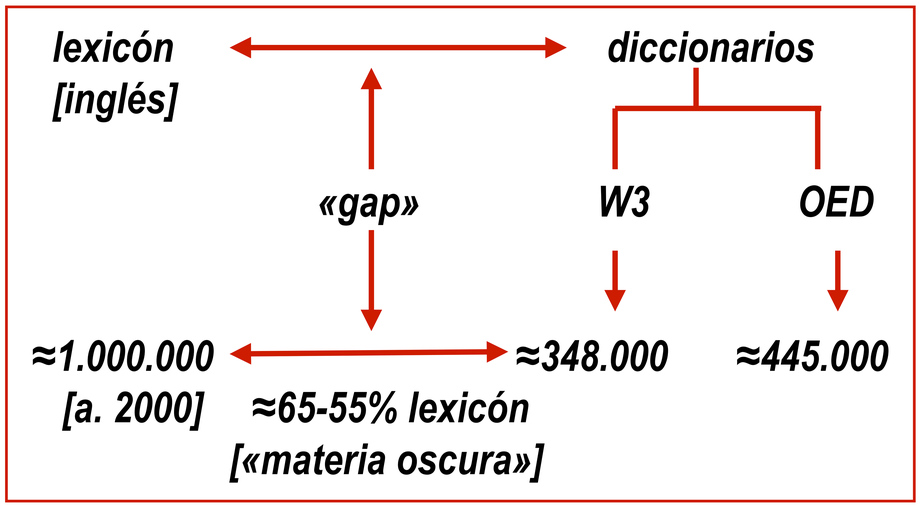
Jean-Baptiste Michel[1,2,3,4,5,*,†], Yuan Kui Shen[2,6,7], Aviva Presser Aiden[2,6,8], Adrian Veres[2,6,9], Matthew K. Gray[10], The Google Books Team[10], Joseph P. Pickett[11], Dale Hoiberg[12], Dan Clancy[10], Peter Norvig[10], Jon Orwant[10], Steven Pinker[5], Martin A. Nowak[1,13,14], **Erez Lieberman Aiden**[1,2,6,14,15,16,17,*,†]

Author Affiliations: [1]Program for Evolutionary Dynamics, Harvard University, Cambridge, MA 02138, USA. [2]Cultural Observatory, Harvard University, Cambridge, MA 02138, USA. [3]Institute for Quantitative Social Sciences, Harvard University, Cambridge, MA 02138, USA. [4]Department of Psychology, Harvard University, Cambridge, MA 02138, USA. [5]Department of Systems Biology, Harvard Medical School, Boston, MA 02115, USA. [6]Laboratory-at-Large, Harvard University, Cambridge, MA 02138, USA. [7]Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, MA 02139, USA. [8]Harvard Medical School, Boston, MA, 02115, USA. [9]Harvard College, Cambridge, MA 02138, USA. [10]**Google**, Mountain View, CA 94043, USA. [11]**Houghton Mifflin Harcourt**, Boston, MA 02116, USA. [12] **Encyclopaedia Britannica**, Chicago, IL 60654, USA. [13]Department of Organismic and Evolutionary Biology, Harvard University, Cambridge, MA 02138, USA. [14]Department of Mathematics, Harvard University, Cambridge, MA 02138, USA. [15]Broad Institute of Harvard and MIT, Harvard University, Cambridge, MA 02138, USA. [16]School of Engineering and Applied Sciences, Harvard University, Cambridge, MA 02138, USA. [17]Harvard Society of Fellows, Harvard University, Cambridge, MA 02138, USA. [The Library of University of Michigan, New York Public Library].

[†]To whom correspondence should be addressed. E-mail: jb.michel@gmail.com (J.-B.M.); erez@erez.com (E.L.A.) * These authors contributed equally to this work.



CORPUS: 500 mM palabras
- *361 mM inglés*
- *45 mM español*
- *45 mM francés*
- *37 mM alemán*
- *13 mM chino*



TRANSCIENCIA

Algunos abordajes

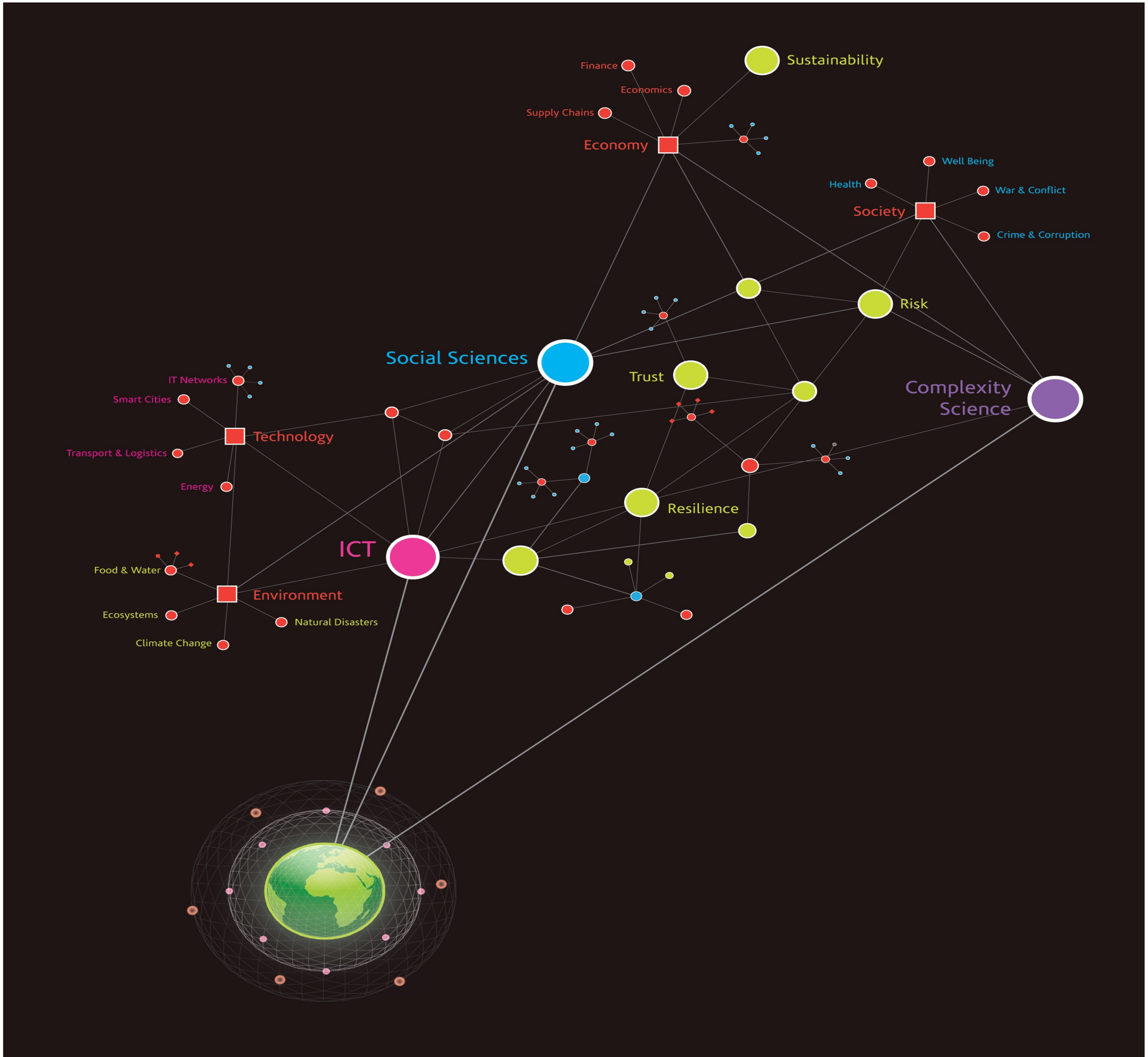
- Biomimetismo
  - fractales – tensegridad
- Biología sintética
  - bioingenierización de la biosfera
- Biocomputación
- Macro [mega]datos
  - ciencia agnóstica

Omniscópica – Megahistoria

Culturómica

FuturICT

Enseñanza / Formación


Sustainability
Finance
Economics
Supply Chains
Economy
Well Being
Health
War & Conflict
Society
Crime & Corruption
Risk
Social Sciences
Trust
IT Networks
Smart Cities
Technology
Transport & Logistics
Energy
Complexity Science
Resilience
ICT
Food & Water
Environment
Ecosystems
Natural Disasters
Climate Change

FuturICT Platform
Ethics
Flagship Infrastructures
Global Participatory Platform
Education
Innovative Management
Exploratory of Economy
Exploratory of Technology
Computational Social Science
Innovation Accelerator
Complexity Science
Exploratory of Society
Exploratory of Environment
Science & Arts
Other Projects & Programs
Planetary Nervous System
Socio-Inspired ICT
Living Earth Simulator
Integration & Implementation
Policy Partnerships
Business Partnerships

«FuturICT es un proyecto visionario que aportará nueva ciencia y tecnología para explorar, comprender y gestionar nuestro mundo globalmente interconectado. Inspirará nuevas tecnologías de información y comunicación (ICT), socialmente adaptativas e interactivas, que soportaran una inteligencia colectiva». La plataforma FuturICT contempla un sistema nervioso planetario, un simulador *Gaia* y una plataforma de participación global, que facilitarán una coevolución simbiótica de las TIC y la sociedad.

En resumen, un enfoque transcientífico para que seamos capaces de reaccionar a «la ocurrencia de una aceleración acelerada del conocimiento» y contribuir al fortalecimiento de nuestras sociedades. Ello mediante el desarrollo de nuevos enfoques, métodos y tecnologías como el modelado computacional multiescalar, supercomputación social, minería de datos a gran escala o plataformas participativas.

«Computación global para nuestro mundo complejo».

TRANSCIENCIA

Algunos abordajes

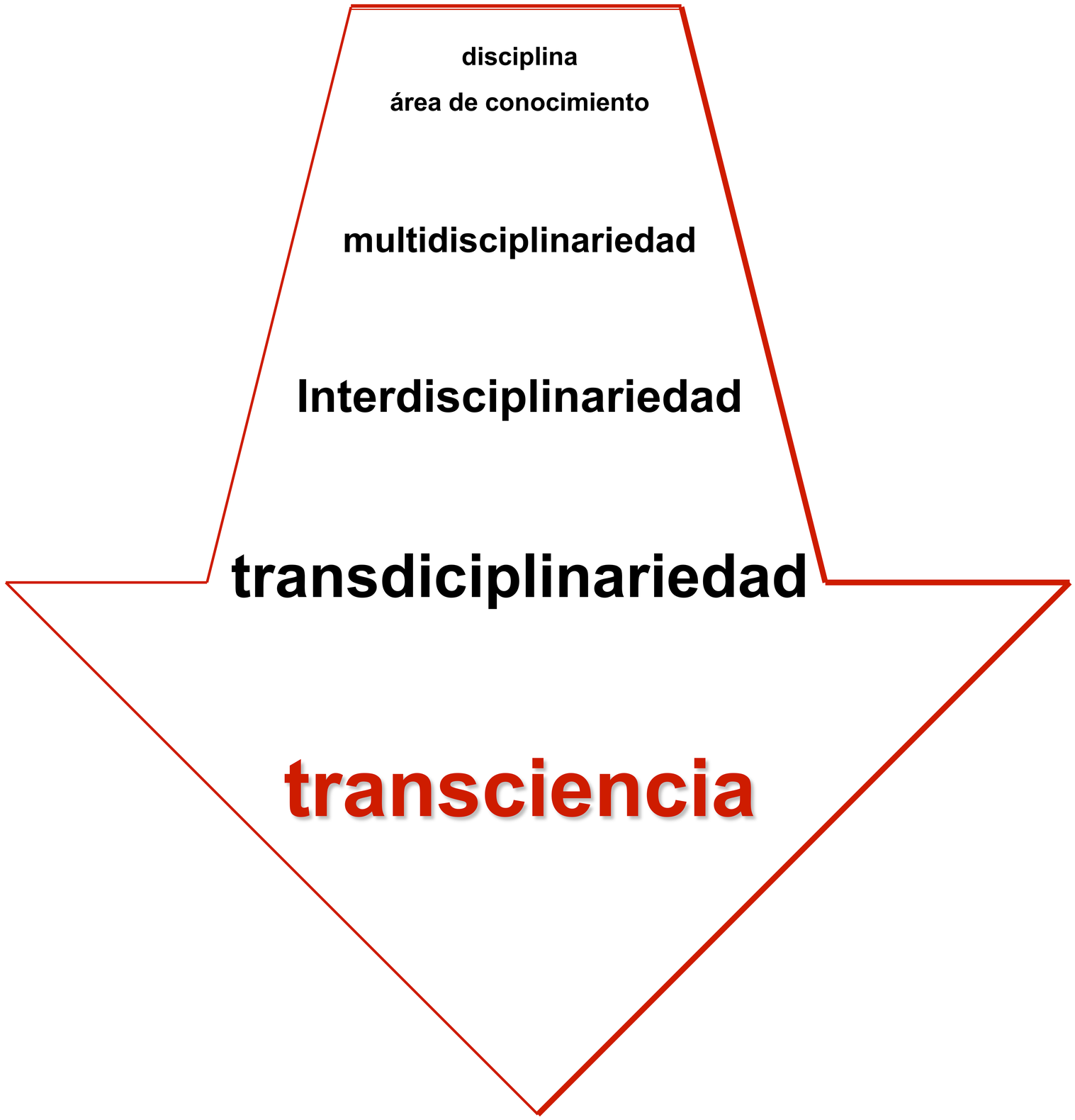
- Biomimetismo
  - fractales – tensegridad
- Biología sintética
  - bioingenierización de la biosfera
- Biocomputación
- Macro [mega]datos
  - ciencia agnóstica

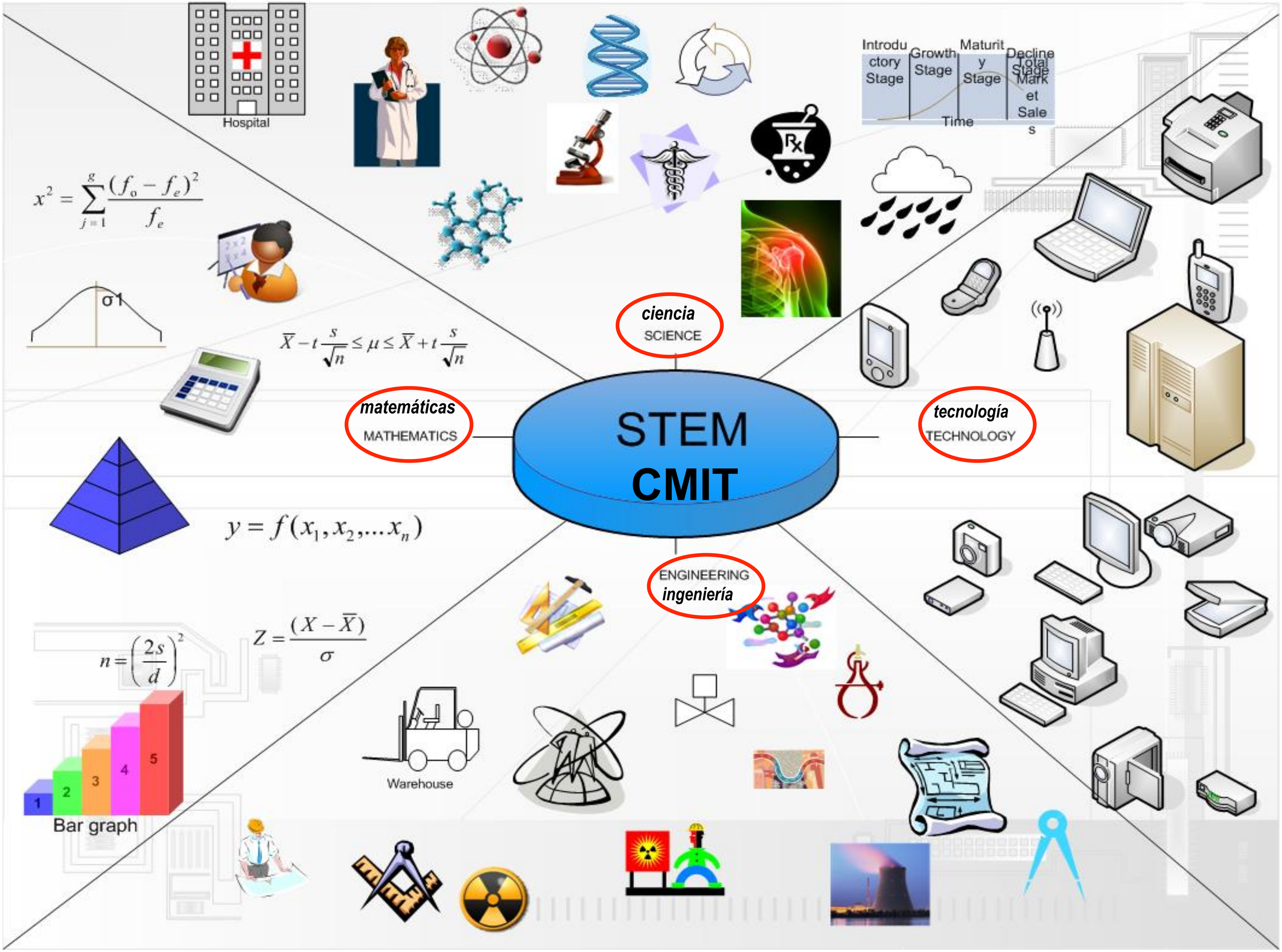
Omniscópica – Megahistoria

Culturómica

FuturICT

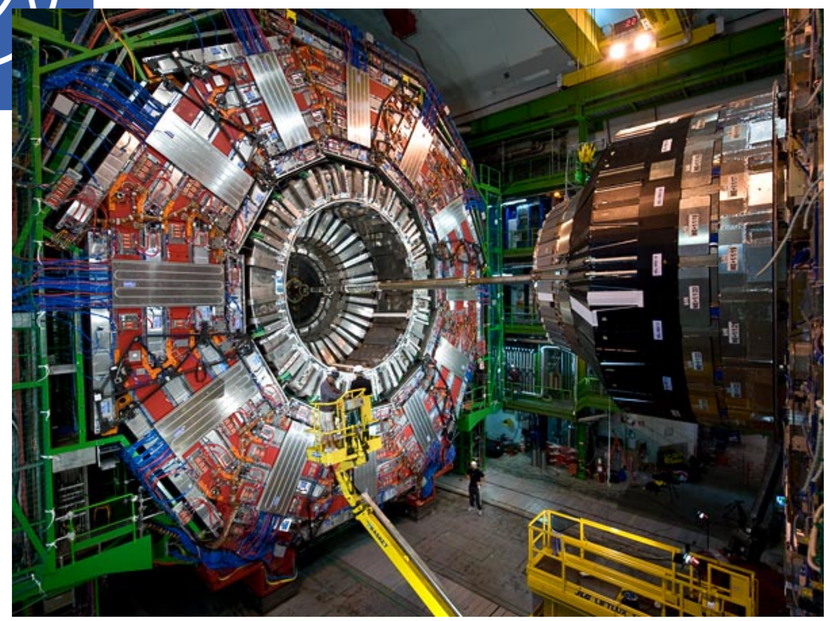
Enseñanza / Formación

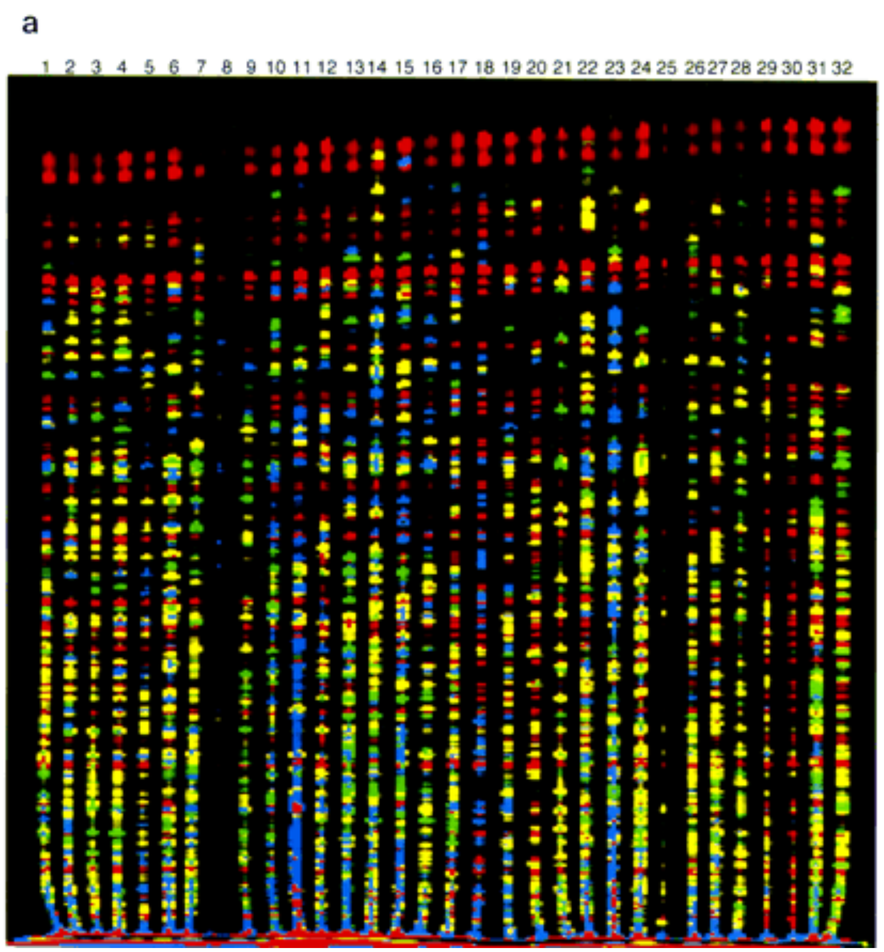

disciplina
área de conocimiento
multidisciplinariedad
Interdisciplinariedad
transdiciplinariedad
transciencia


Hospital
Introductory Stage
Growth Stage
Maturity Stage
Decline Stage
Total Market Sales
Time
$x^2 = \sum_{j=1}^{g} \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
σ1
$\bar{X} - t\frac{s}{\sqrt{n}} \le \mu \le \bar{X} + t\frac{s}{\sqrt{n}}$
ciencia
SCIENCE
matemáticas
MATHEMATICS
STEM
CMIT
tecnología
TECHNOLOGY
$y = f(x_1, x_2, \ldots x_n)$
ENGINEERING
ingeniería
$Z = \frac{(X - \bar{X})}{\sigma}$
$n = \left(\frac{2s}{d}\right)^2$
1
2
3
4
5
Bar graph
Warehouse

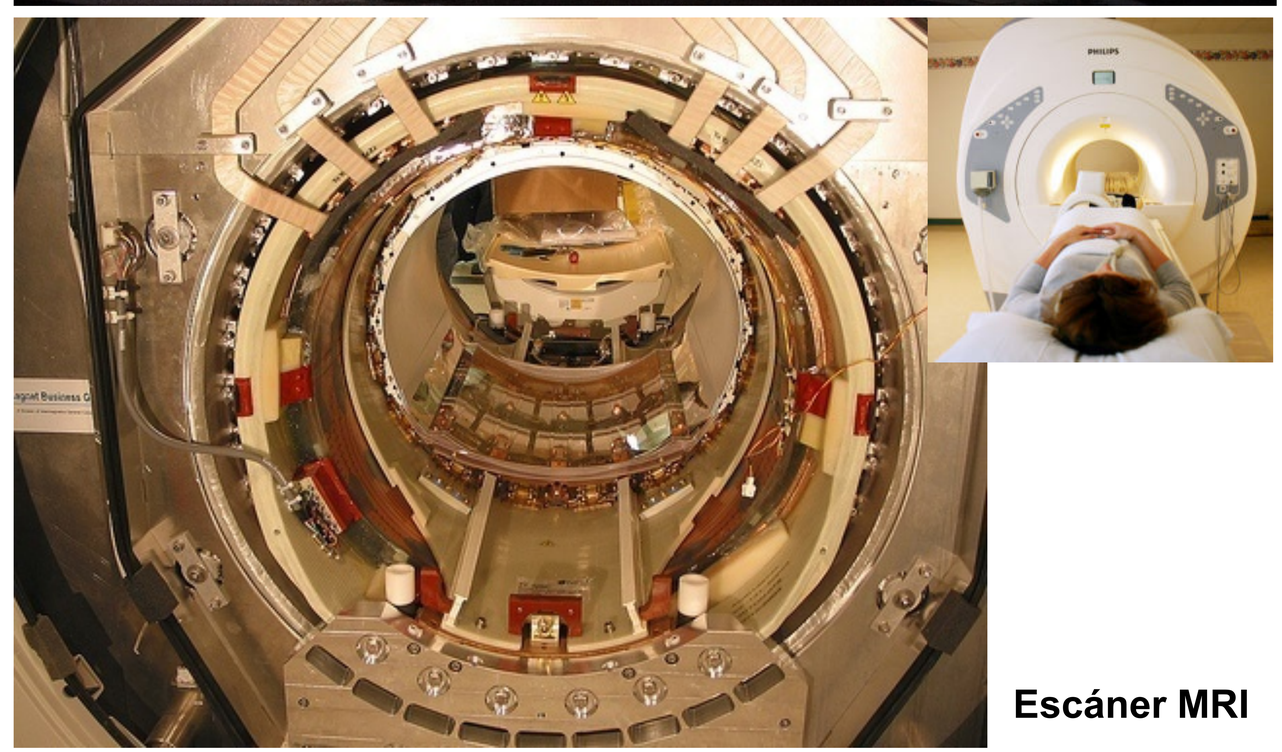
CIENCIA / TECNOLOGÍA / INGENIERÍA

CMS detector-LHC

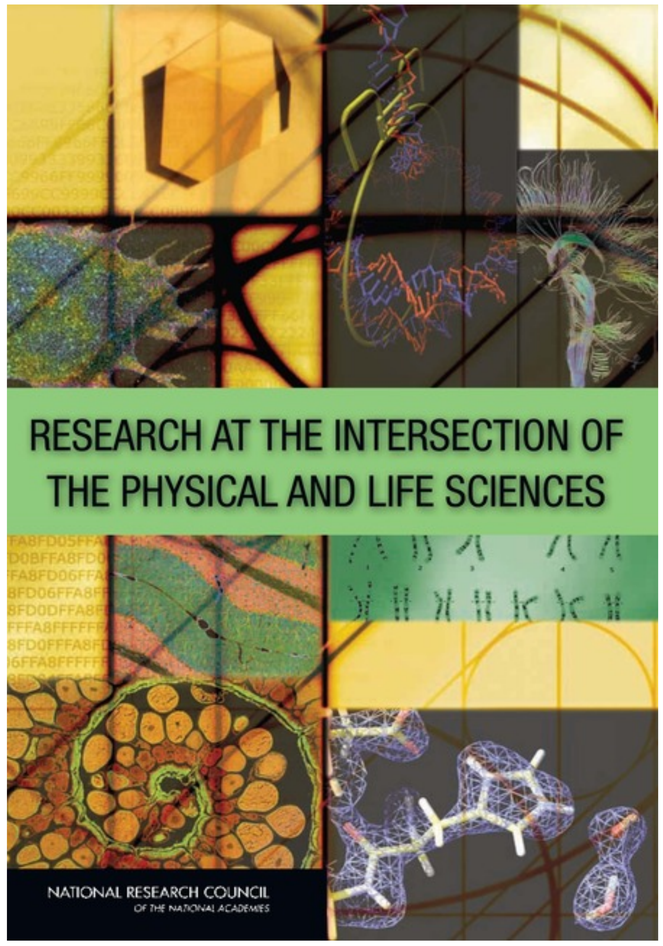




Genome Mapping by Fluorescent Fingerprinting



Escáner MRI



The "BioFrontiers Institute"
is changing bioscience research through
interdisciplinary collaboration.
University of Colorado – Boulder

BioFrontiers Seminar Series

BioFrontiers Student Group

BRIDGING THE GAP
DARPA
1958 2008
50 YEARS
POWERED BY IDEAS

Defense Advanced Research Projects Agency

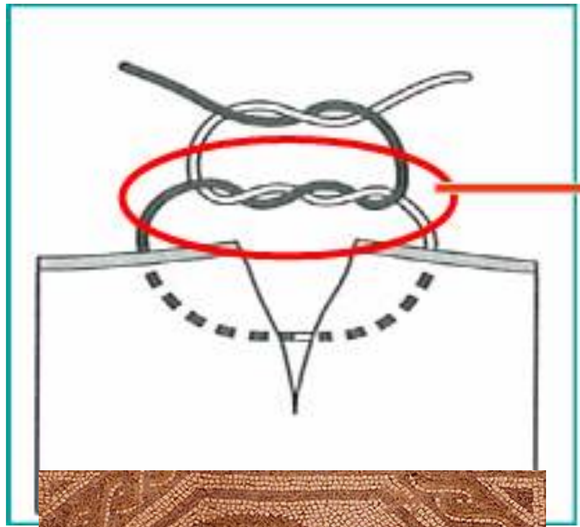
National Science Foundation
WHERE DISCOVERIES BEGIN

Integrated NSF Support Promoting Interdisciplinary Research and Education (INSPIRE)

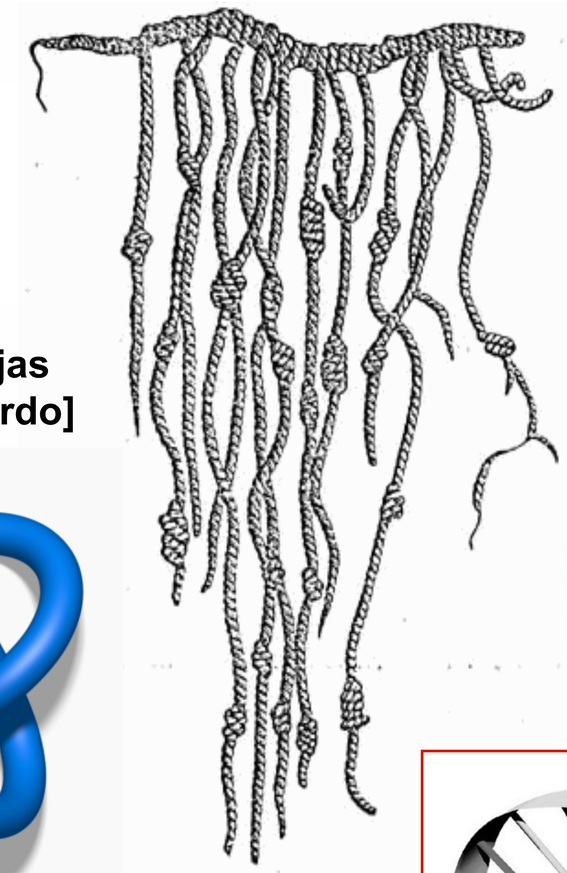
Center for Biosocial Complex System

[complex biological and social system]

January 16, 2015.

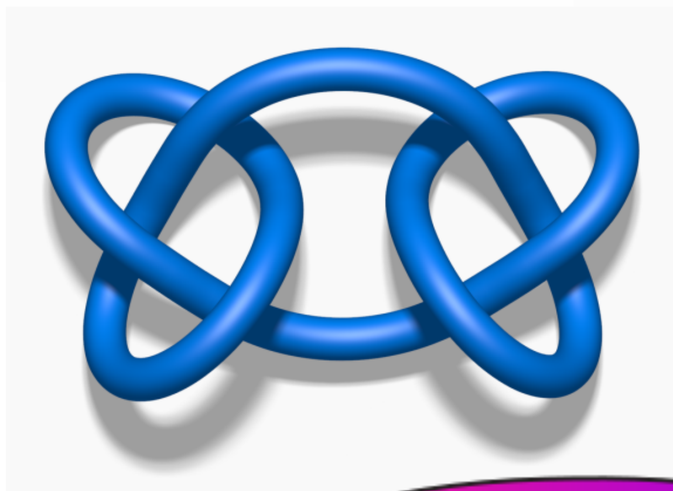


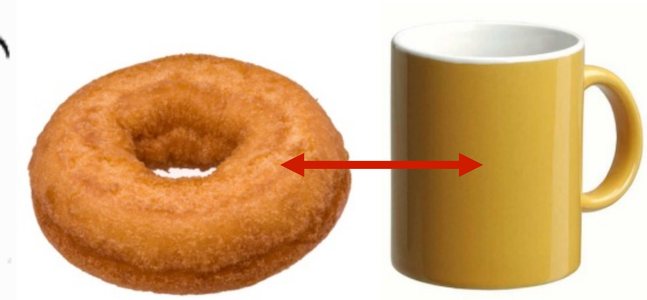
nudo de cirujano } nudo cuadrado



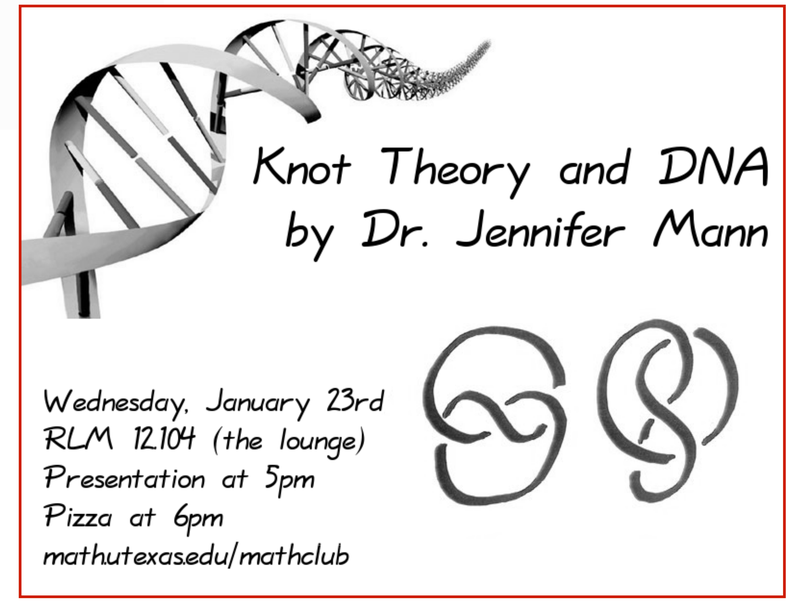
Quipu (quechua: *khipu*)
Quipucamayoc,
Cultura Huari, Tahuantisuyu
(3500 aC) c1509-1535.

dúplex - nudos de tres hojas
[nudos simples dextro + zurdo]



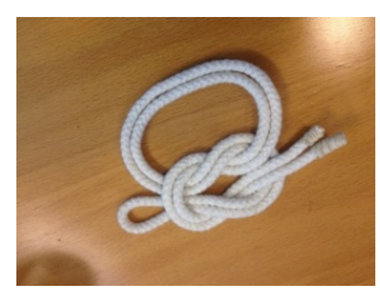


Mosaico
Villa Piazza Armerina
Sicilia, siglo IV



Yugo y nudo gordiano cortado + mote «tanto monta» [emblema de Fernando II de Aragón].
(Palacio de los Reyes Católicos, Aljafería, Zaragoza (1488-1492)

Nudo de rizo
Nudo de Hércules



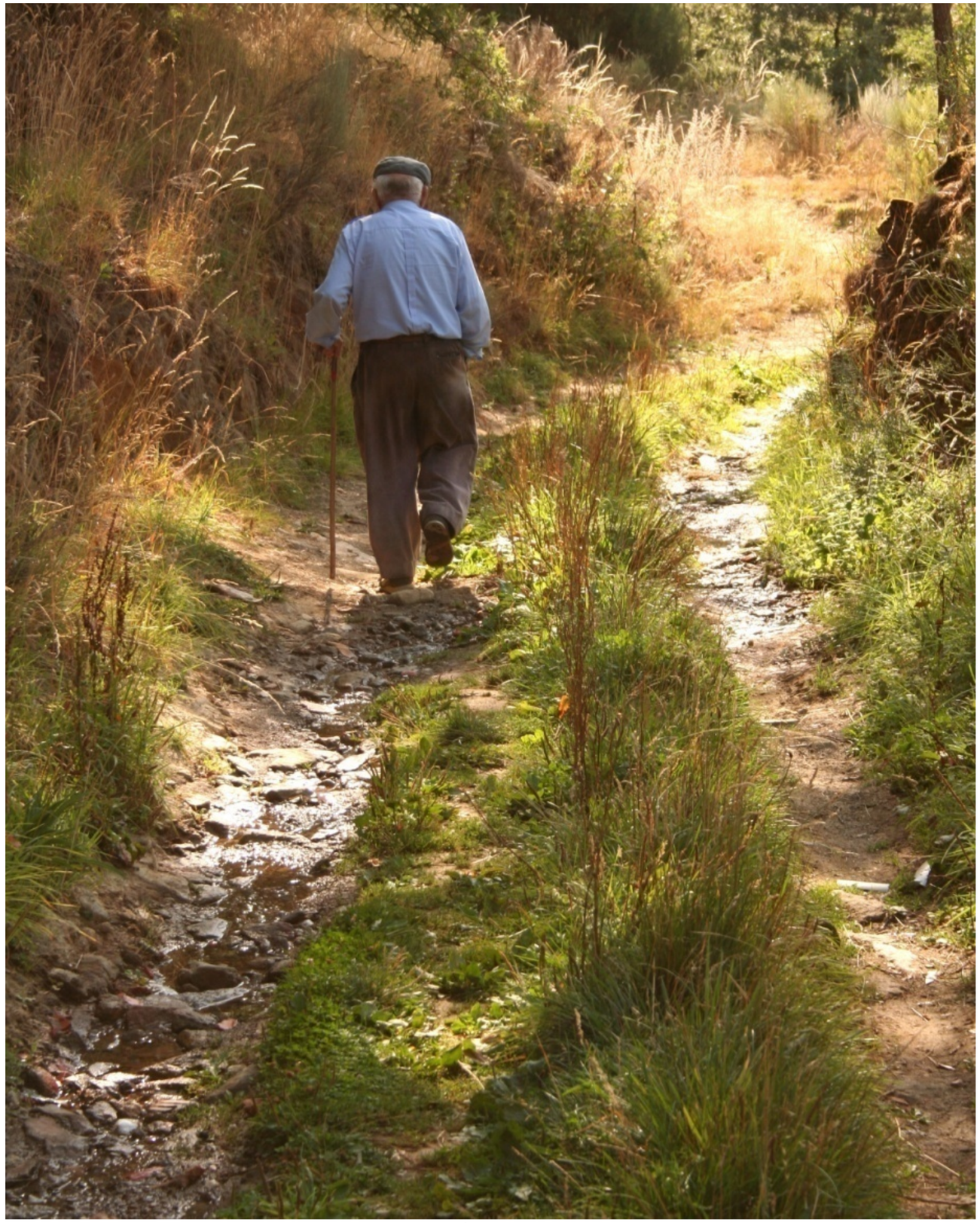
Polinomio Alexander: $\Delta(t) = (t - 1 + t^{-1})^2$
P. Alexander-Conway: $\nabla(z) = (z^2 + 1)^2$
Polinomio Jones: $V(q) = (q^{-1} + q^{-3} - q^{-4})(q + q^3 - q^4) = -q^3 + q^2 - q + 3 - q^{-1} + q^{-2} - q^{-3}$
"*knot group*": $(x, y, z \mid xyz = yxy,\ xzx = zxz)$

Gracias por su atención

«Even if you're on the right track, you'll get run over if you just sit there»

William P.A. Rogers (1879-1935)

P A Z
Y
B I E N



Vetus sed non antiquus