

UNED

ILLES
BALEARS

Cursos de Extensión Universitaria

**Ciencia y arte:
dos caras de una misma realidad**



jorgep.rodriguez

Jorge P. Rodríguez

Email: jorrodriguez@palma.uned.es

Horario

Viernes 9 de mayo

16:30-19:00 Aproximaciones innovativas al arte desde la ciencia: el flamenco computacional, Pablo Rosillo

19:00-21:30 Números, medidas y proporciones: las matemáticas en la historia del arte, Judit Vega

Sábado 10 de mayo

09:30-12:00 ¿Por qué el la de mi violín no suena igual que el de un oboe? La ciencia de la música, Jorge P. Rodríguez

12:00-14:30 Creadores de ciencia: el arte de la investigación científica, Jorge P. Rodríguez

UNED

ILLES
BALEARS

Cursos de Extensión Universitaria

**Ciencia y arte:
dos caras de una misma realidad**

**Creadores de ciencia: el arte de la
investigación científica**



jorgep.rodriguez

Jorge P. Rodríguez

Email: jorrodriguez@palma.uned.es

Índice

Primera parte

Reflexiones sobre la creación científica

Segunda parte

La naturaleza tiene mucha ciencia y mucho arte

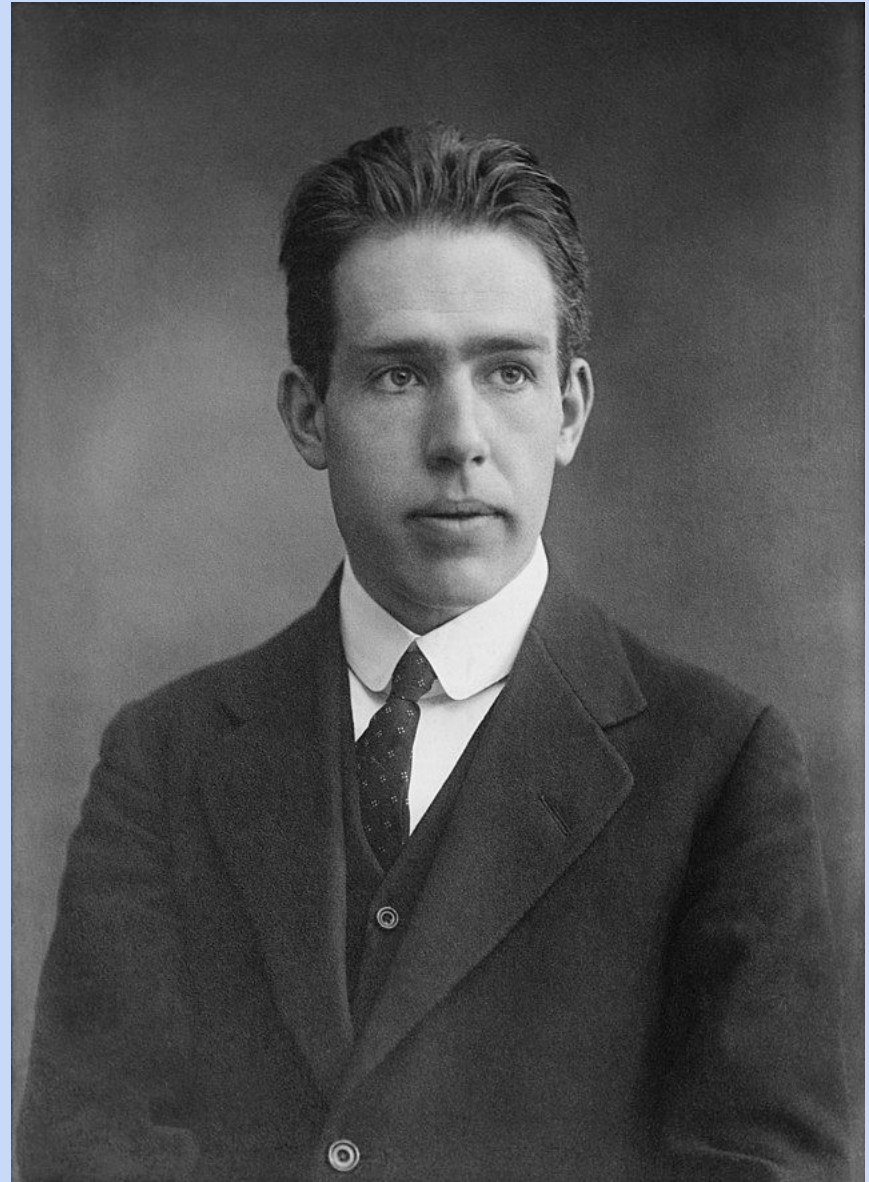
Segunda parte

Un viaje por la historia: representaciones científicas
con gran calidad artística

Reflexiones sobre la creación científica

Un toque de humildad

Principio de correspondencia
(Niels Bohr, 1923)



Wikimedia Commons

17 ecuaciones que cambiaron el mundo

Selección de Ian Stewart

La mayoría se asocian a un científico, como mucho a dos

¿Qué hubiera pasado si esos científicos no hubieran nacido?
¿Y si no se hubieran dedicado a la ciencia?

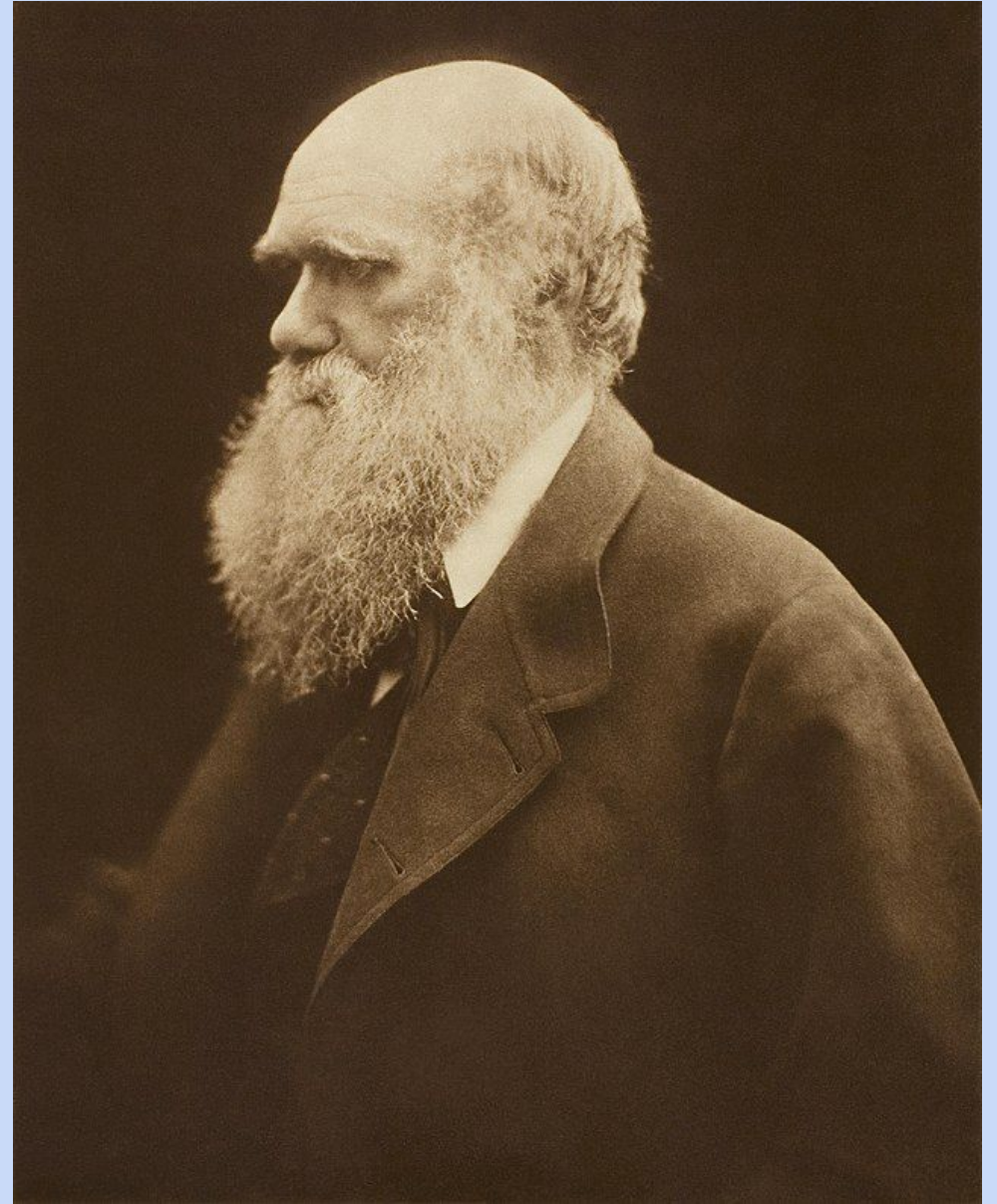
En el siglo XXI, ¿conoceríamos estas ecuaciones de la misma forma?

17 Equations That Changed the World by Ian Stewart			
1.	Pythagoras's Theorem	$a^2 + b^2 = c^2$	Pythagoras, 530 BC
2.	Logarithms	$\log xy = \log x + \log y$	John Napier, 1610
3.	Calculus	$\frac{df}{dt} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(t+h) - f(t)}{h}$	Newton, 1668
4.	Law of Gravity	$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	Newton, 1687
5.	The Square Root of Minus One	$i^2 = -1$	Euler, 1750
6.	Euler's Formula for Polyhedra	$V - E + F = 2$	Euler, 1751
7.	Normal Distribution	$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\rho}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\rho^2}}$	C.F. Gauss, 1810
8.	Wave Equation	$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$	J. d'Alembert, 1746
9.	Fourier Transform	$f(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-2\pi i x \omega} dx$	J. Fourier, 1822
10.	Navier-Stokes Equation	$\rho \left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \mathbf{v} \right) = -\nabla p + \nabla \cdot \mathbf{T} + \mathbf{f}$	C. Navier, G. Stokes, 1845
11.	Maxwell's Equations	$\begin{aligned} \nabla \cdot \mathbf{E} &= 0 \\ \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t} \end{aligned} \quad \begin{aligned} \nabla \cdot \mathbf{H} &= 0 \\ \nabla \times \mathbf{H} &= \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \end{aligned}$	J.C. Maxwell, 1865
12.	Second Law of Thermodynamics	$dS \geq 0$	L. Boltzmann, 1874
13.	Relativity	$E = mc^2$	Einstein, 1905
14.	Schrodinger's Equation	$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi = H \Psi$	E. Schrodinger, 1927
15.	Information Theory	$H = - \sum p(x) \log p(x)$	C. Shannon, 1949
16.	Chaos Theory	$x_{t+1} = kx_t(1 - x_t)$	Robert May, 1975
17.	Black-Scholes Equation	$\frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{\partial V}{\partial t} - rV = 0$	F. Black, M. Scholes, 1990

Volvamos a Charles Darwin

“it follows that any being, if it vary however slightly in any manner profitable to itself, under the complex and sometimes varying conditions of life, will have a better chance of surviving, and thus be naturally selected”

“Se concluye que cualquier ser, si varía **aunque ligeramente** de una manera provechosa para él, bajo las **complejas y cambiantes condiciones** de la vida, tendrá una mayor probabilidad de supervivencia, y será naturalmente seleccionado”



Wikimedia Commons

Proceso creativo de la ciencia

La ansiedad del investigador ante un laboratorio vacío

vs

La pasión por conocer, entender y predecir

La naturaleza tiene mucha ciencia y mucho arte

Complejidad auto-organizada: bandadas de estorninos

https://www.youtube.com/watch?v=V4f_1_r80RY



Jorge P. Rodríguez

Complejidad auto-organizada: bandadas de estorninos

Modelo de Vicsek:
Aleatoriedad frente
a interacciones por
proximidad

Transición de fase
entre desorden y
orden

<https://www.youtube.com/watch?v=R236a22oJok>



Jorge P. Rodríguez

Complejidad auto-organizada: bandadas de humanos

Puente del Milenio (Londres)



https://www.youtube.com/watch?v=eAXVa_XWZ8

Wikimedia Commons

Mi lupa no funciona: estructura dentro de la estructura

Línea de costa



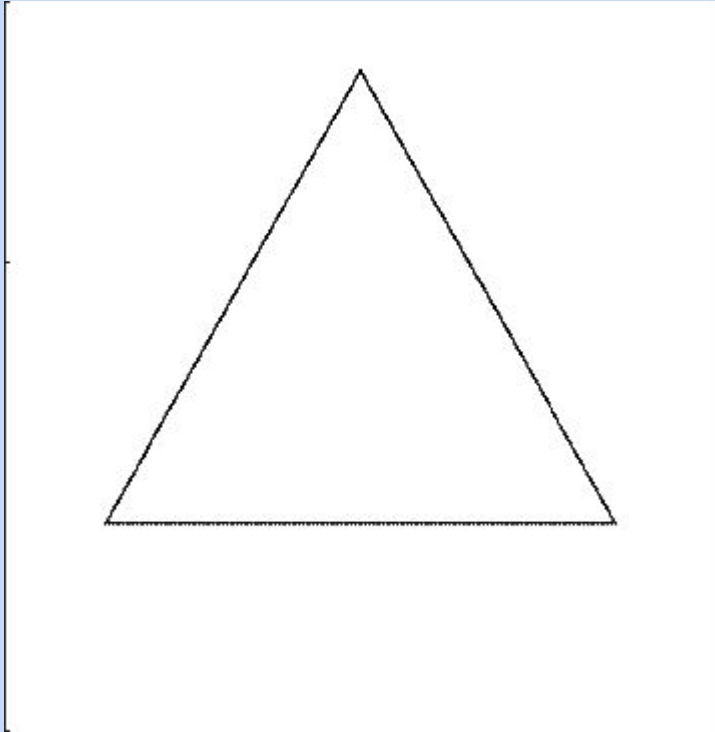
2350 km

2775 km

3425 km

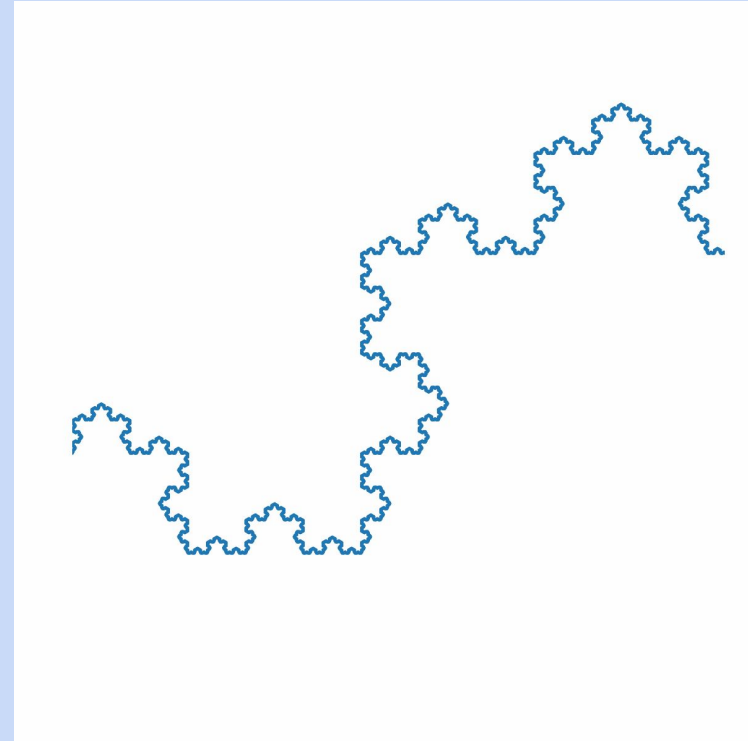
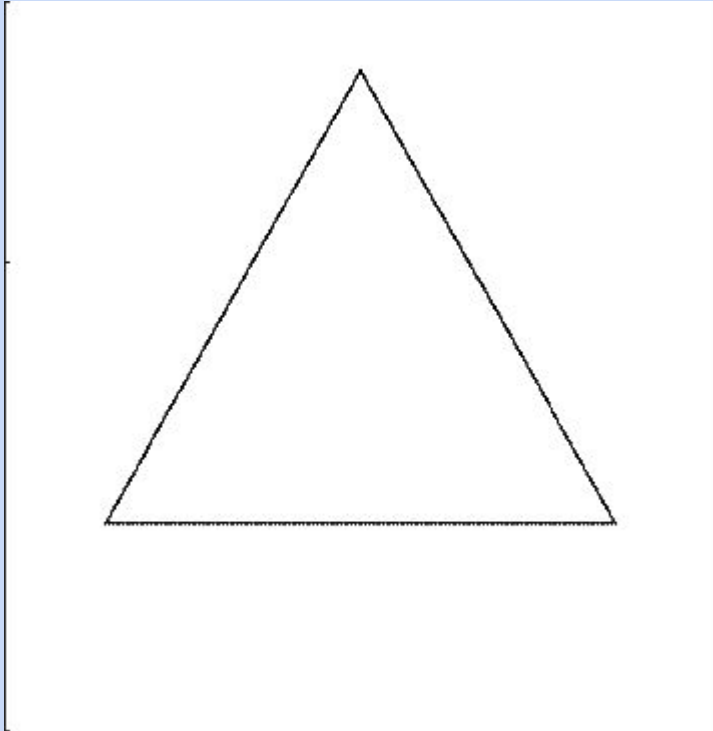
Mi lupa no funciona: estructura dentro de la estructura

Copo de nieve de Koch



Mi lupa no funciona: estructura dentro de la estructura

Copo de nieve de Koch

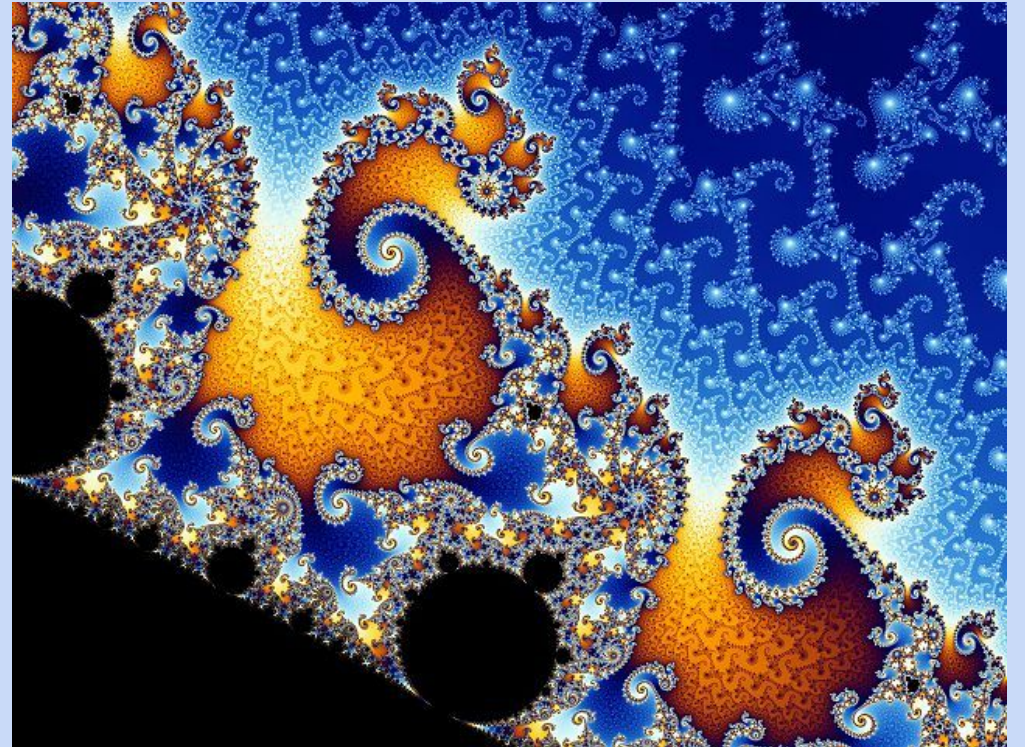


No es 1D, no es 2D, dimensión de 1.26

Wikimedia Commons

Mi lupa no funciona: estructura dentro de la estructura

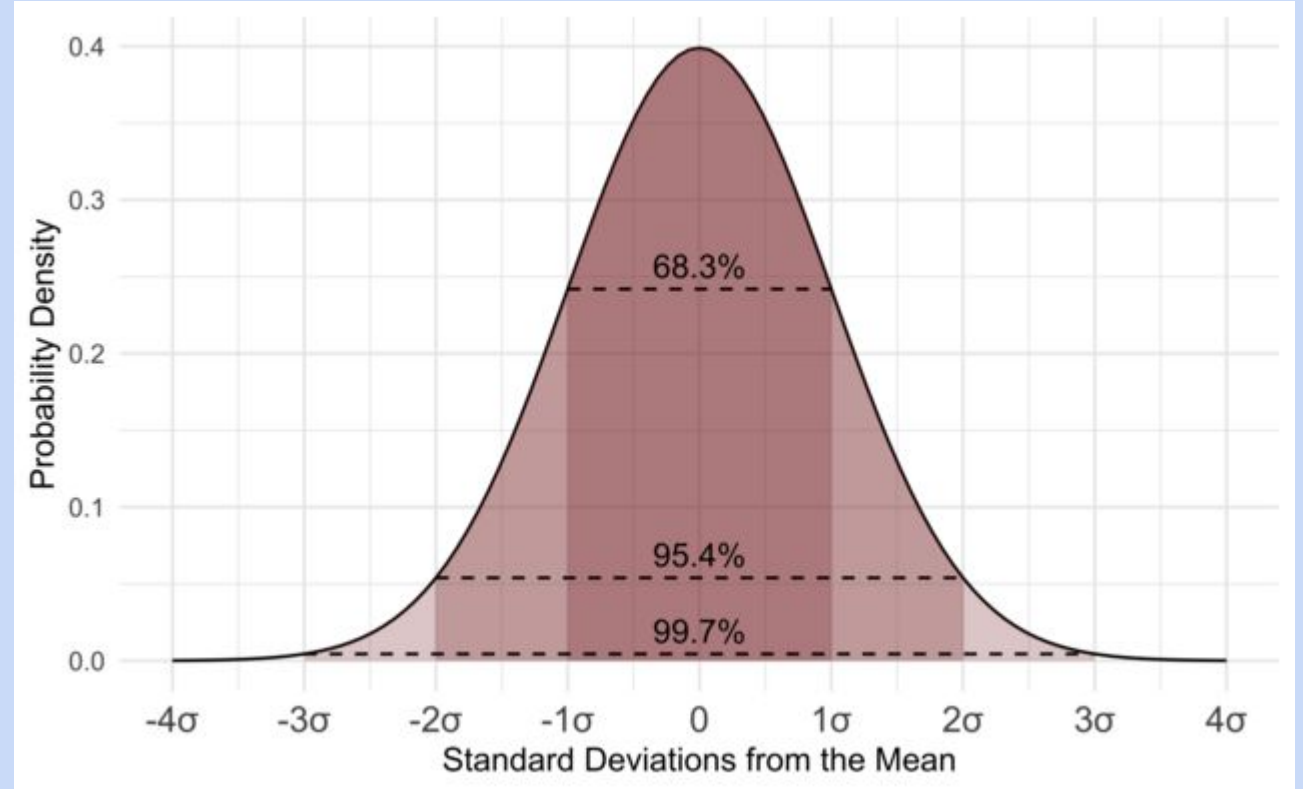
Fractales naturales y computacionales



Wikimedia Commons

Estructura dentro de estructura, ahora probabilidades

Distribución normal o Gaussiana



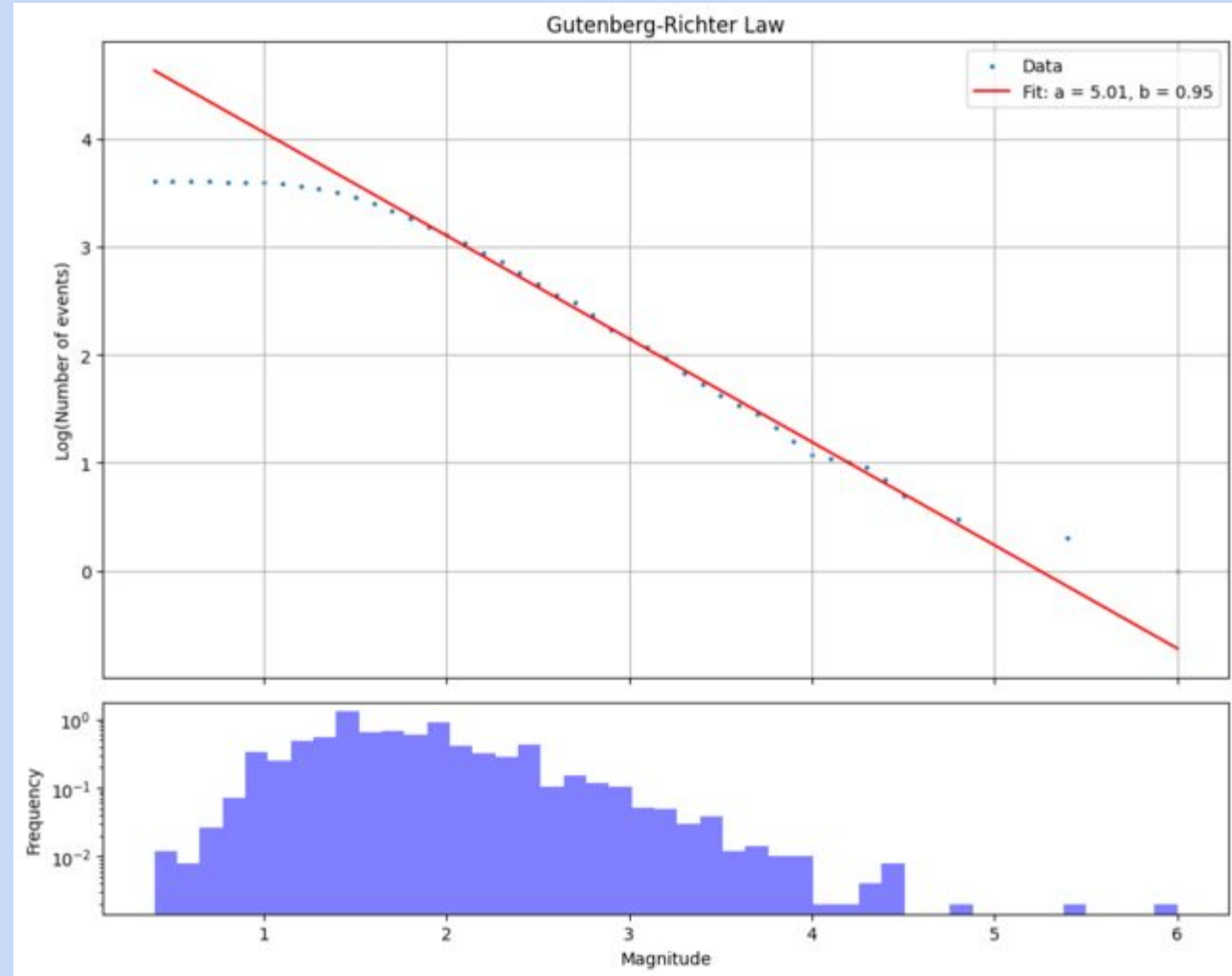
Wikimedia Commons

Estructura dentro de estructura, ahora probabilidades

Ley de potencias

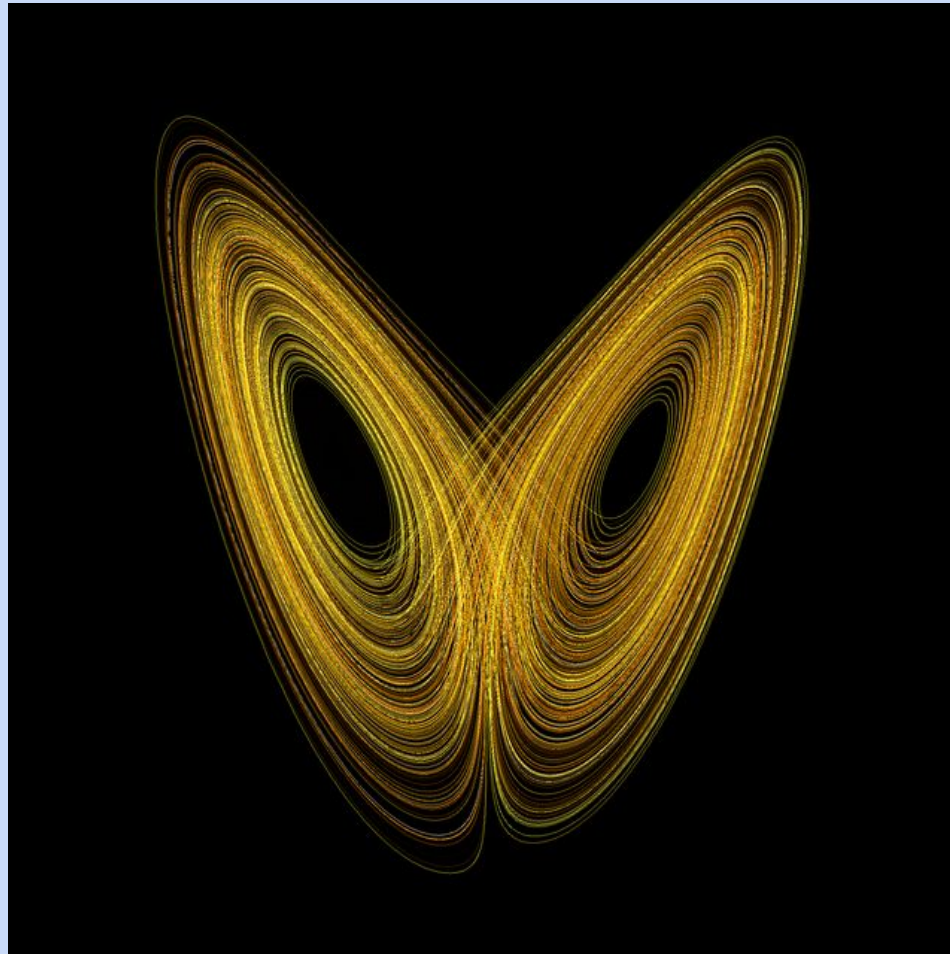
Terremotos, riqueza,
frecuencia de palabras...

¡hasta cómo encontrar
aparcamiento más rápido!
Vuelos de Lévy



Mi lupa no funciona: estructura dentro de la estructura

Naturaleza caótica, el atractor de Lorenz



Wikimedia Commons

Un viaje por la historia: representaciones
científicas con gran calidad artística

Expediciones científicas

Real Expedición
Botánica de la Nueva
Granada (1783-1810)

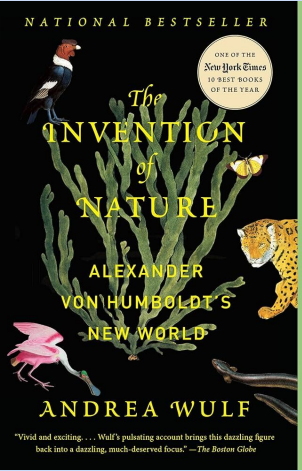
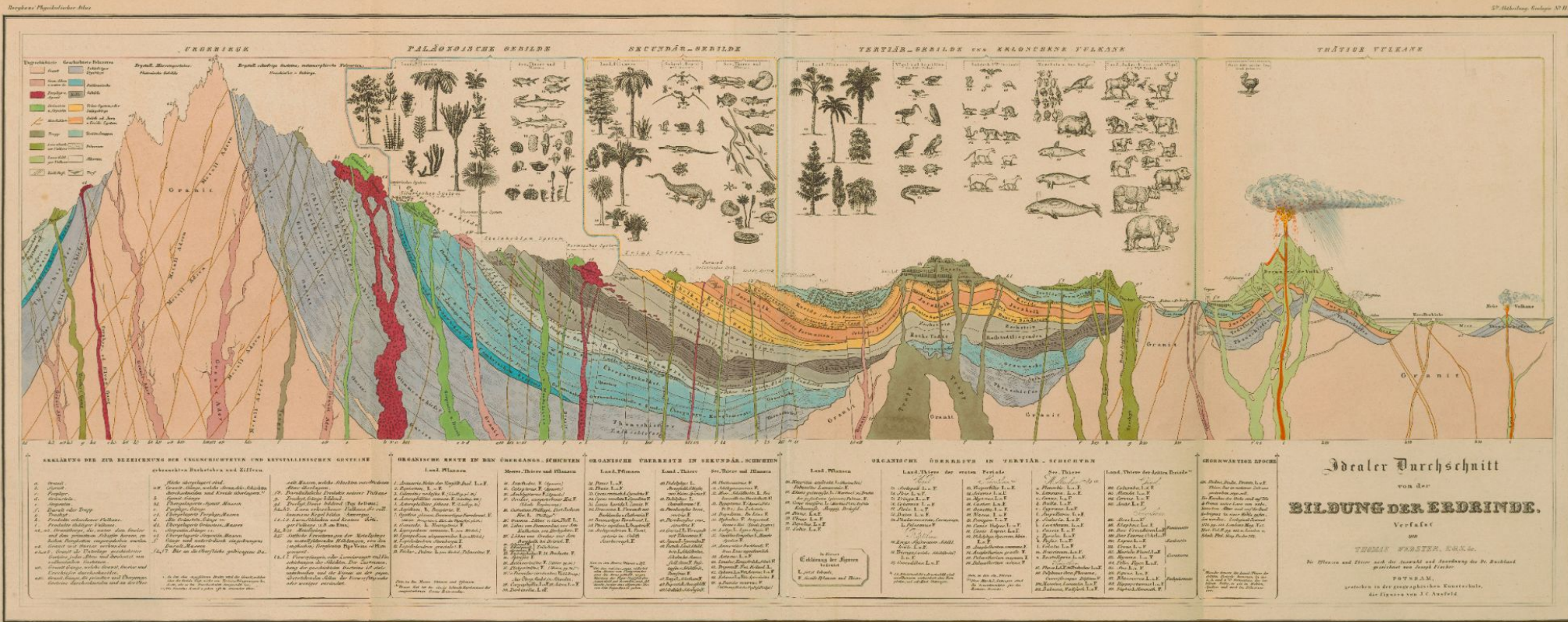
José Celestino Mutis



Wikimedia Commons



Humboldt



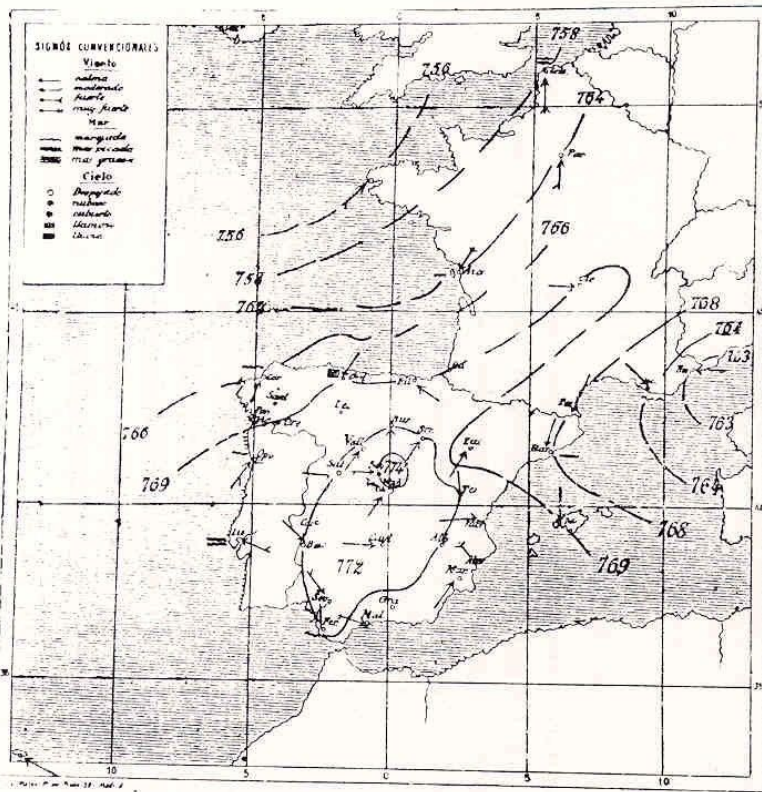
Boletines meteorológicos

INSTITUTO CENTRAL METEOROLÓGICO.

Año 1.

Boletín del 1.º de Marzo de 1893

Nº 1



ESTADO GENERAL

Un anfibio muy común en la Península. En el centro se halla entre Segovia y Madrid. La presencia más baja es orientada en Cataluña, y se deba a una pequeña derivación que existe en el golfo de Genova. Los vientos son despreciados en caso todas naves. En la Cornia viene muy fuerte y marcada.

Tiempo probable

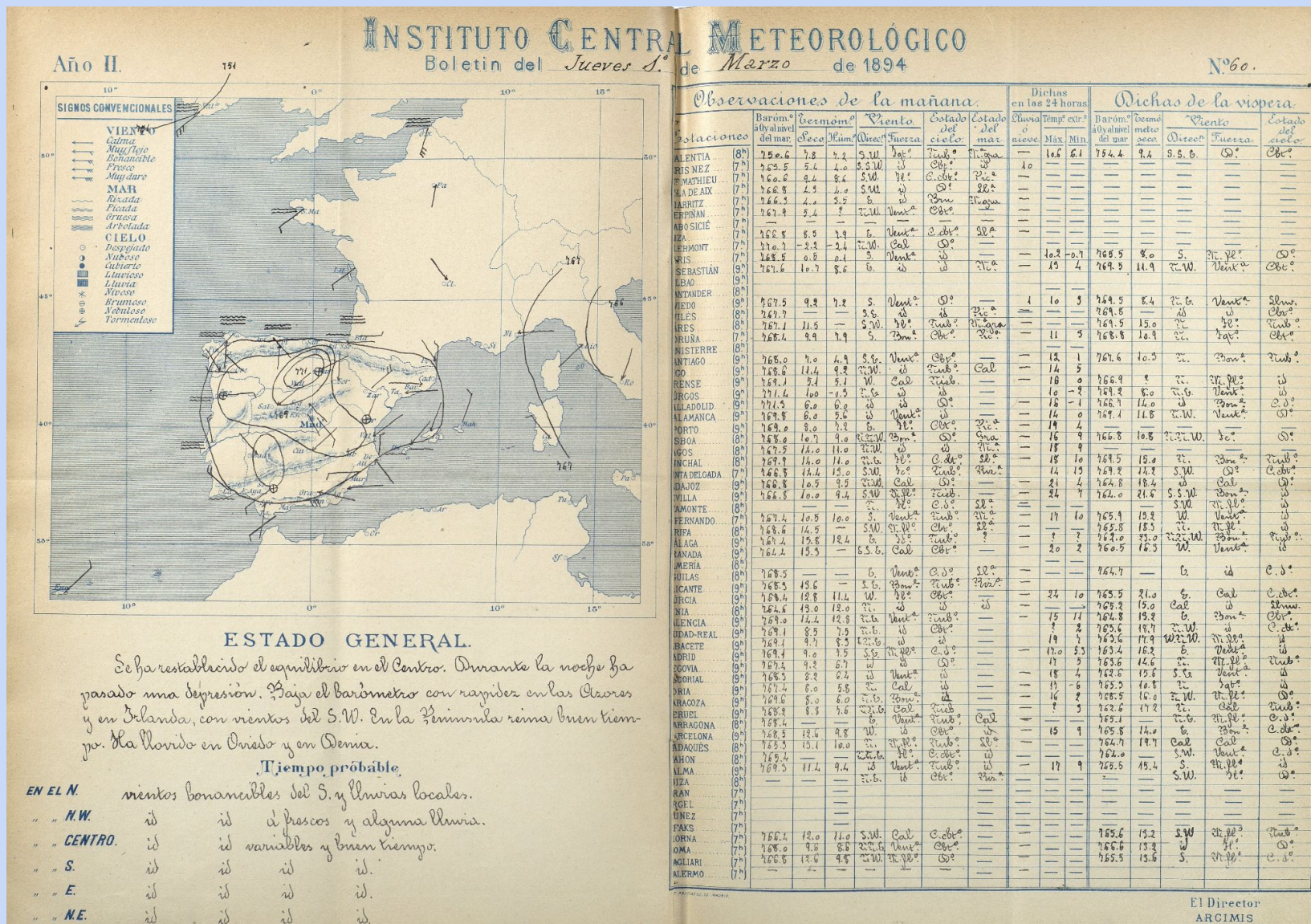
En Sabana y parte del Centábrico vientos moderados a frescos del S y 4.^o Nuevamente en Canabana vientos de la región del N y en el resto del DMC. Con el Centro vientos calientes y cielo por lo co.

Estaciones	Barometro à 0. y al nivel del mar	Temperatura	VIENTO		Estado del cielo	Estado del mar.
			Dirección	Fuerza		
Valencia. (8 ^h)						
Juss. Nez. (17 ^h)	758.0	5.6	S.	Fuerte	Cubto	Picada
St. Mathieu (17 ^h)	765.5	11.0	S.W.	Moderado	Niebla	—
Paris. (17 ^h)	764.3	5.9	S.	id	Cubierto	—
Isla de Aix (17 ^h)	763.9	11.6	N.E.	Fuerte	Cubto	Mangada
Blairmt. (17 ^h)						
Clermont (17 ^h)	768.5	0.2	N.	Calma	C. despi ^o	—
Perpignan (17 ^h)	767.5	7.4	N.E.	Calmoso	C. despi ^o	—
Cabo Sicie (17 ^h)	763.8	8.0	N.W.	id	id id	Mangada
Niza. (17 ^h)	763.0	4.6	S.	Moderado	id id	id
S. Sebastian (18 ^h)						
Alibao (18 ^h)	768.5	17.2	S.E.	Calma	Nuboso	Tranquila
Oviedo (18 ^h)	768.6	11.2	S.E.	Calmoso	Nub. Nubosa	—
Sorona (18 ^h)	766.0	16.4	S.W.	M. fuerte	Cubierto	Mangada
Santiago (18 ^h)	768.5	?	?		Cubierto	—
Copenh. (18 ^h)						
Pontevedra (18 ^h)						
Vigo (18 ^h)						
Burgos (18 ^h)	770.7	7.4	S.	Calma	Cubierto	—
León (18 ^h)						
Valladolid (18 ^h)	771.4	12.0	S.W.	Calmoso	C. cub ^o	—
Salamanca (18 ^h)	771.3	11.3	N.W.	id	id id	—
Oporto (18 ^h)	771.7	13.2	S.W.	Moderado	Cubierto	Mangada
Lisboa (18 ^h)	771.4	13.5	S.W.	Moderado	Cubierto	Picada
Funchal (18 ^h)	767.5	15.0	S.E.	Calmoso	Despejado	Tranquila
Caceres (18 ^h)						
Badajoz (18 ^h)	771.4	11.5	N.W.	Calma	Niebla	—
Sevilla (18 ^h)	770.7	12.2	N.W.	Moderado	Despejado	—
S. Fernando (17 ^h)	770.8	11.1	N.	Calmoso	id	Mangada
Malaga (18 ^h)	770.1	13.0	N.N.W.	Fuerte	Nuboso	Tranquila
Granada (18 ^h)						
Alcánte (18 ^h)	769.9	20.8	N.W.	Fuerte	Nuboso	Tranquila
Murcia (18 ^h)	769.7	16.8	S.W.	Calmoso	C. despi ^o	—
Valencia (18 ^h)	772.2	9.5	N.	id	Despi ^o	—
Ciudad Real (18 ^h)	772.6	12.5	N.	Calma	Despejado	—
Albacete (18 ^h)						
Madrid (18 ^h)	772.6	7.3	S.W.	Calmoso	Nubuloso	—
Segovia (18 ^h)	773.8	9.5	N.	Moderado	Cubierto	—
Escorial (18 ^h)	771.9	N.W.	Calma	Nuboso	—	—
Soria (18 ^h)	770.6	6.6	S.W.	Calmoso	Cubierto	—
Zaragoza (18 ^h)	767.9	10.4	S.W.	Calma	Despejado	—
Teruel (18 ^h)	771.2	9.0	N.	id	Nuboso	—
Barcelona (18 ^h)	768.3	13.6	N.N.W.	Calmoso	Cubto	Mangada
Palma (18 ^h)	768.9	14.4	N.	id	Despi ^o	Tranquila
Roma. (17 ^h)						
Nápoles (17 ^h)						
Palermo (17 ^h)						
Malta (17 ^h)						

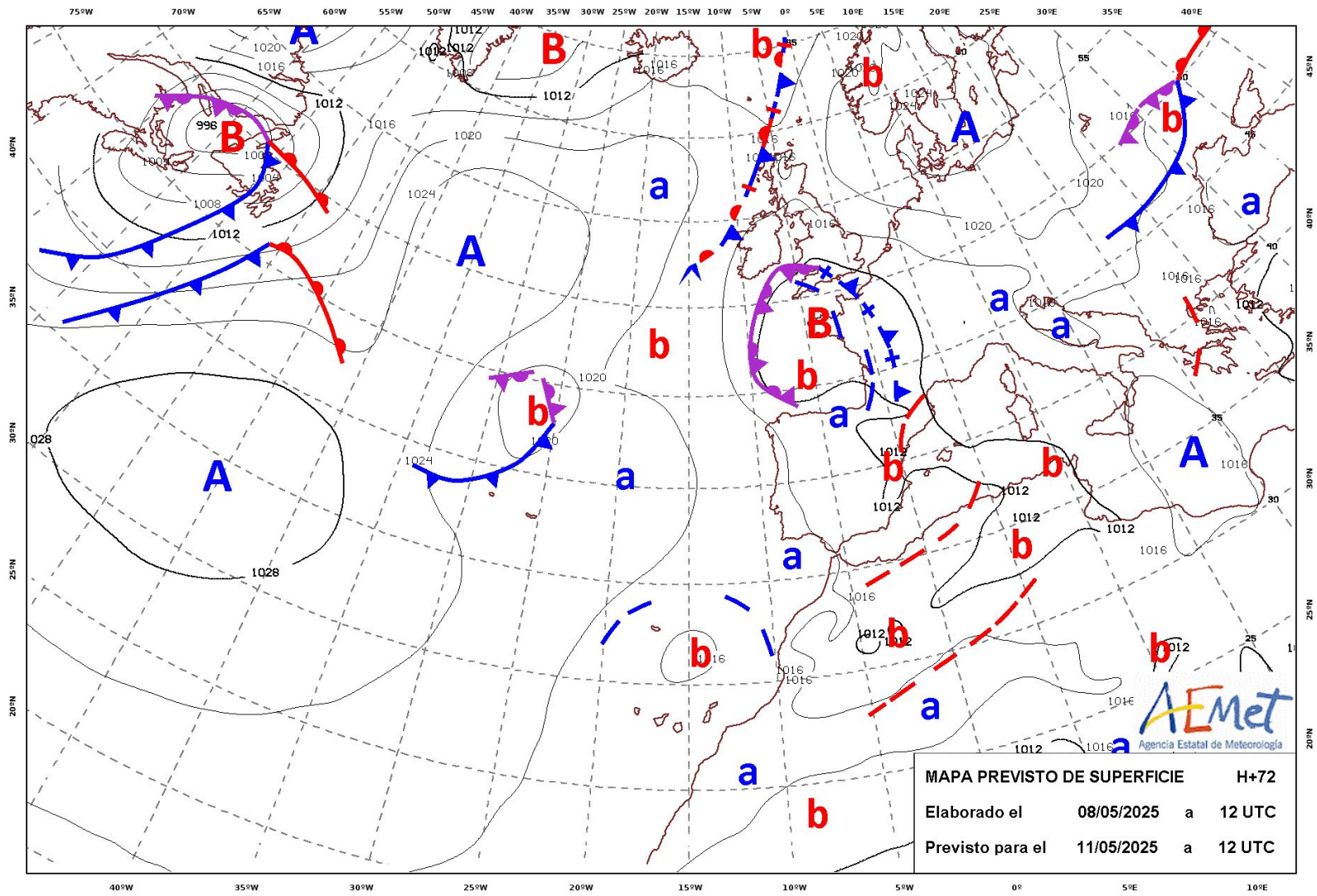
El Director
ARCIMIS.

Arcimís (AEMET)

Boletines meteorológicos

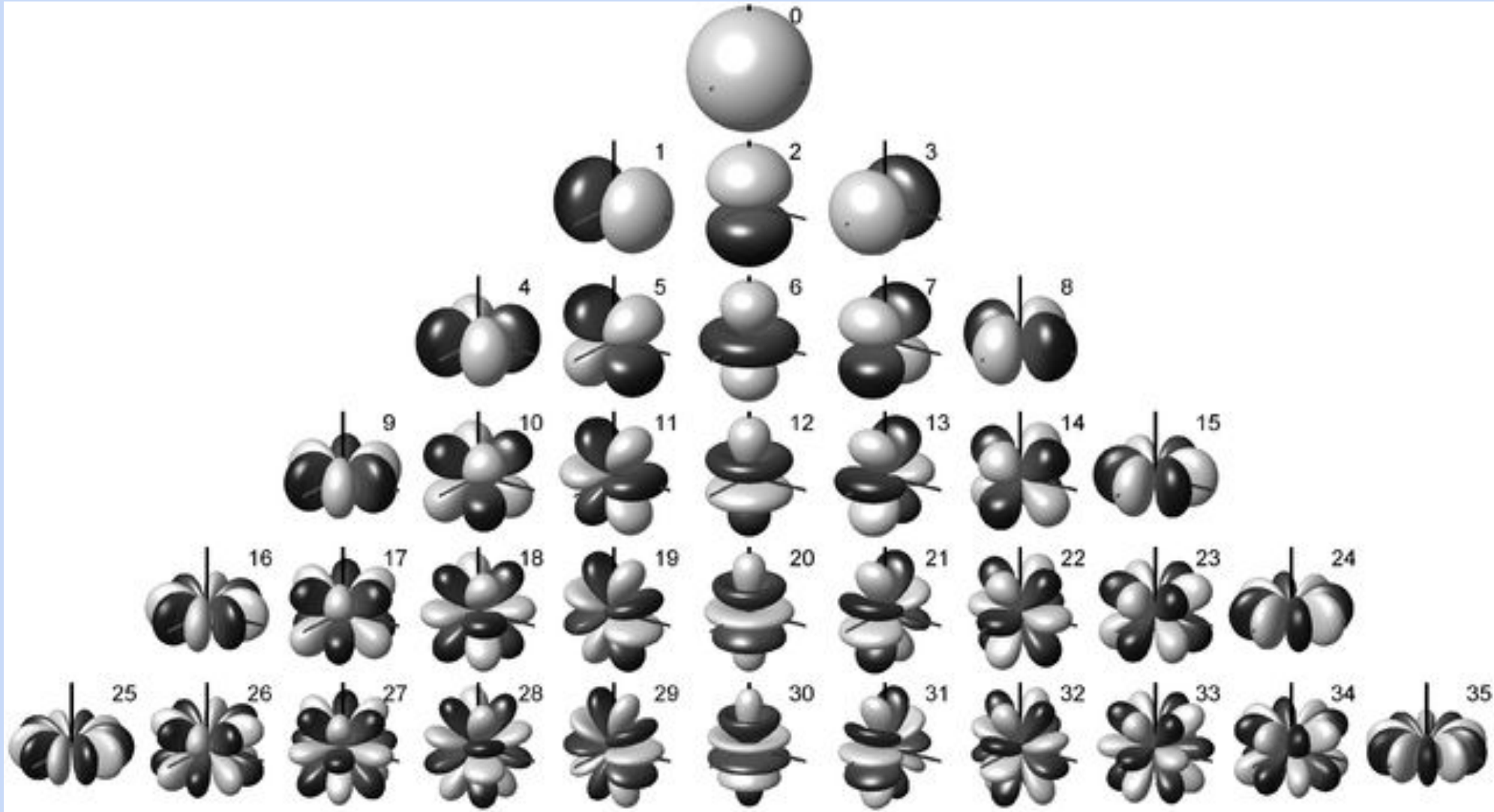


Boletines meteorológicos



©AEMET. Autorizado el uso de la información y su reproducción citando a AEMET como autora de la misma

Orbitales de los electrones (armónicos esféricos)



Visualización gráfica hoy en día

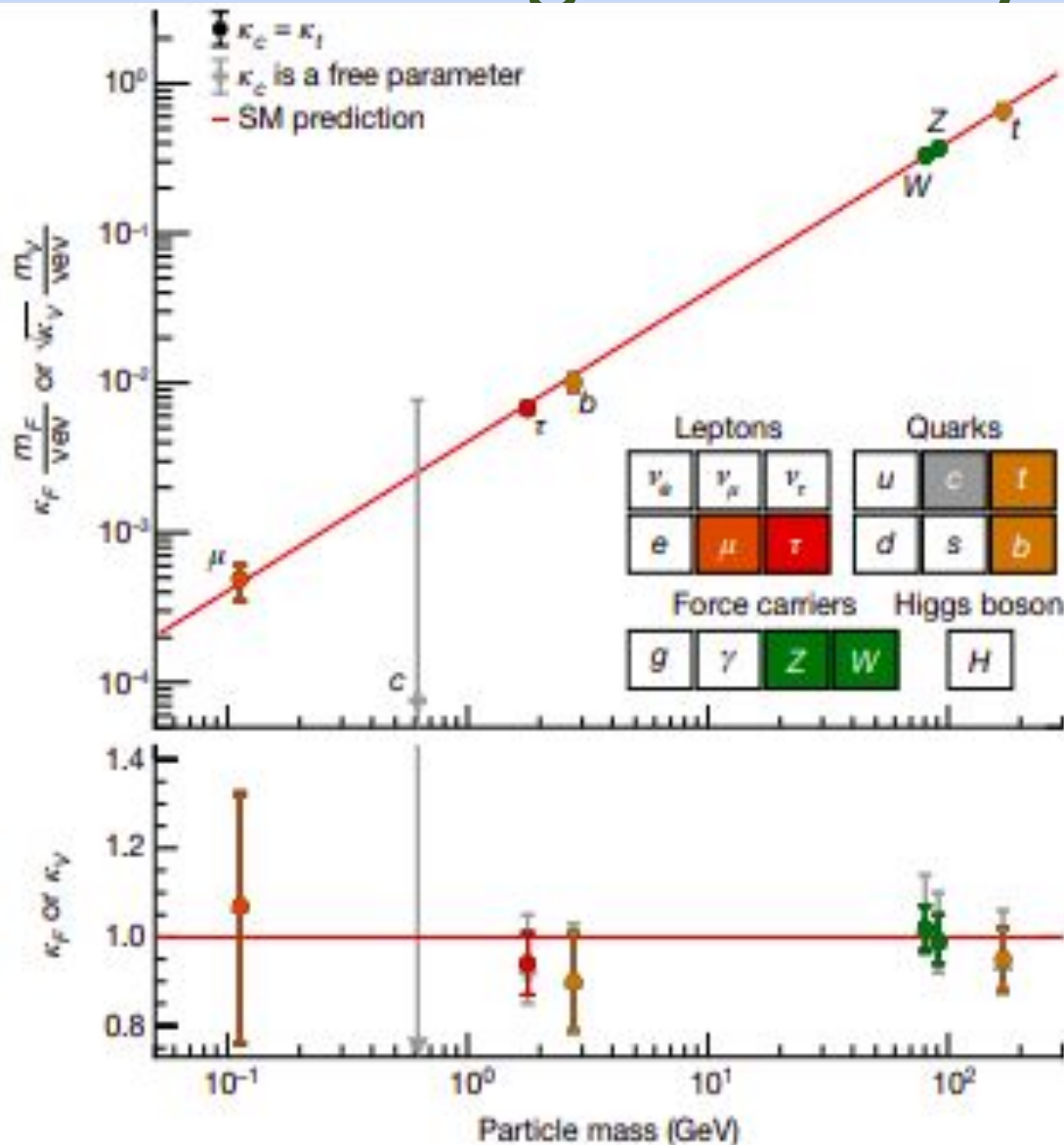
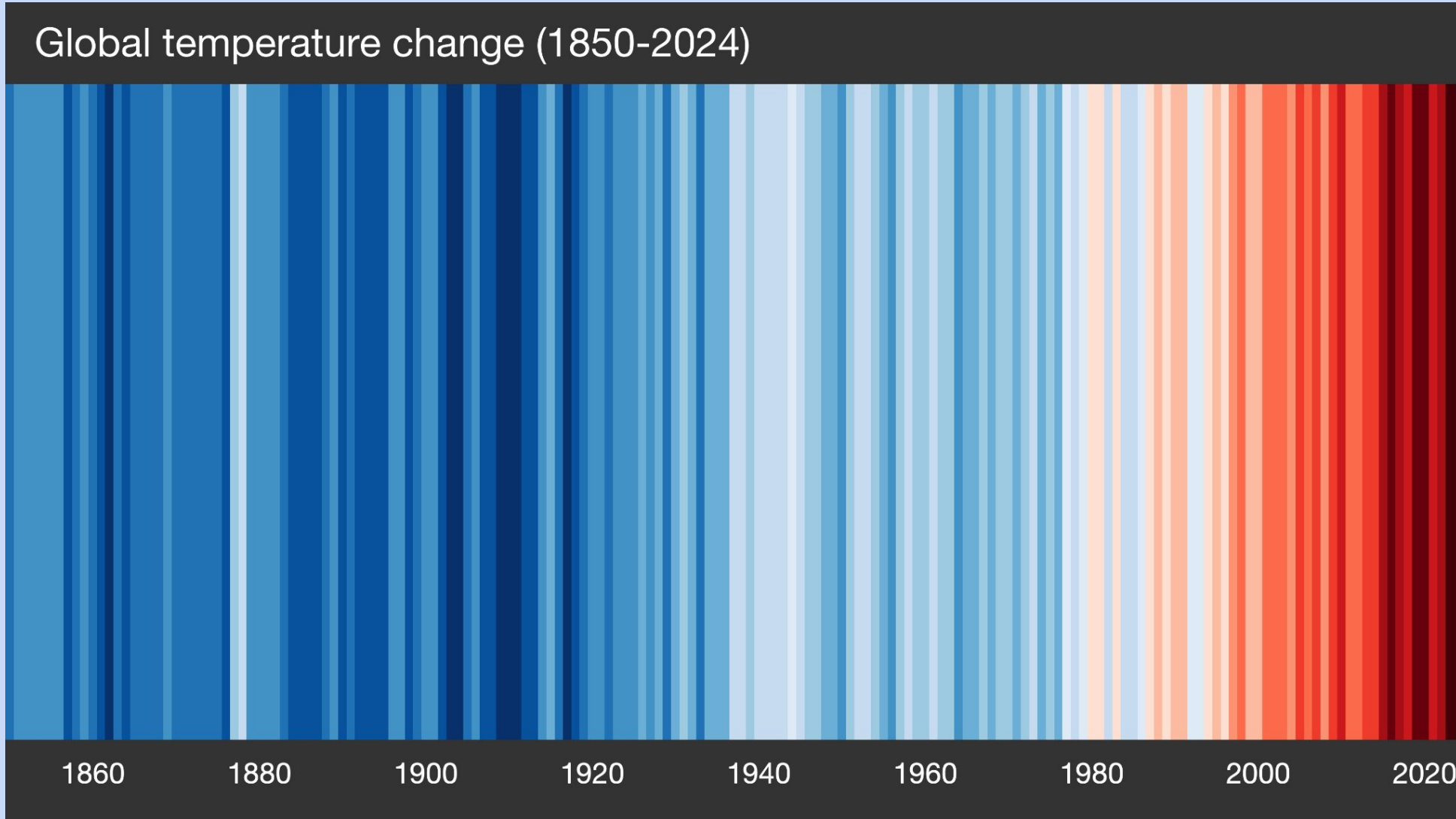


Fig. 5 | Reduced Higgs boson coupling strength modifiers and their uncertainties. They are defined as $\kappa_F m_F / \text{TeV}$ for fermions ($F = t, b, \tau, \mu$) and $\sqrt{\kappa_V} m_V / \text{TeV}$ for vector bosons as a function of their masses m_F and m_V . Two fit scenarios with $\kappa_c = \kappa_l$ (coloured circle markers), or κ_c left free-floating in the fit (grey cross markers) are shown. Loop-induced processes are assumed to have the standard model (SM) structure, and Higgs boson decays to non-SM particles are not allowed. The vertical bar on each point denotes the 68% confidence interval. The p values for compatibility of the combined measurement and the SM prediction are 56% and 65% for the respective scenarios. The lower panel shows the values of the coupling strength modifiers. The grey arrow points in the direction of the best-fit value and the corresponding grey uncertainty bar extends beyond the lower panel range. Data are from ATLAS Run 2.

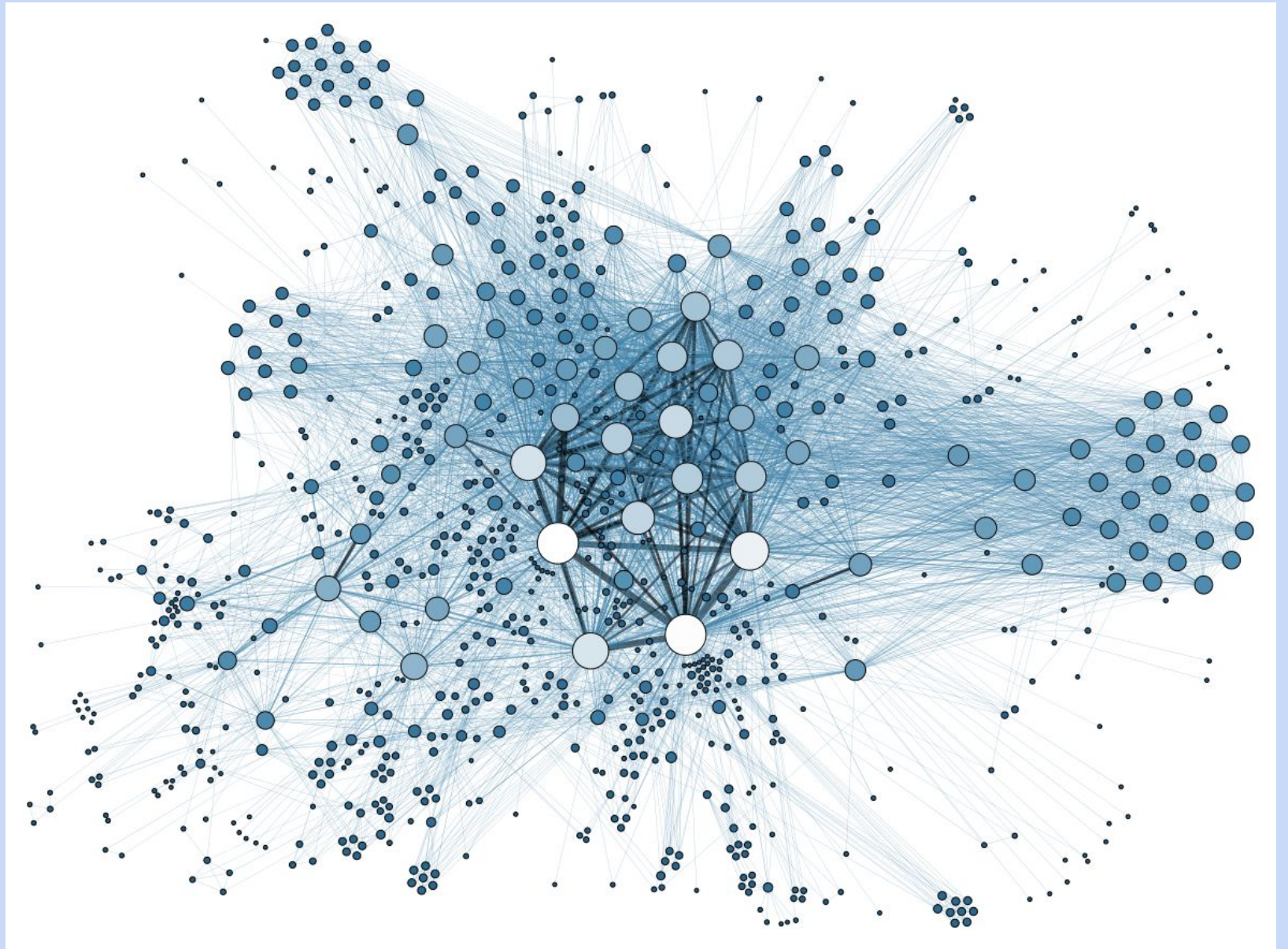
Nature **607**, 52-59 (2022)

Visualización hoy en día

“Show your stripes!”

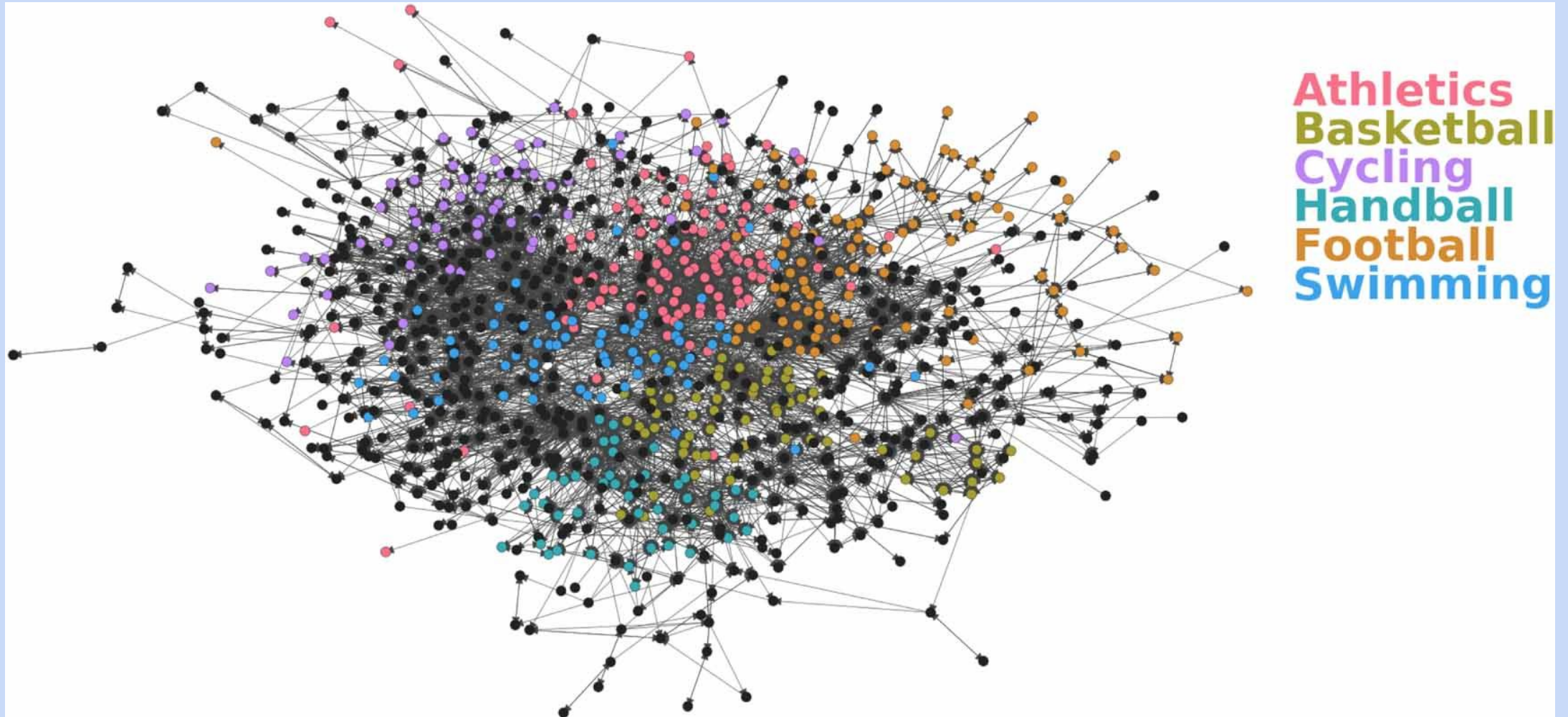


Redes complejas

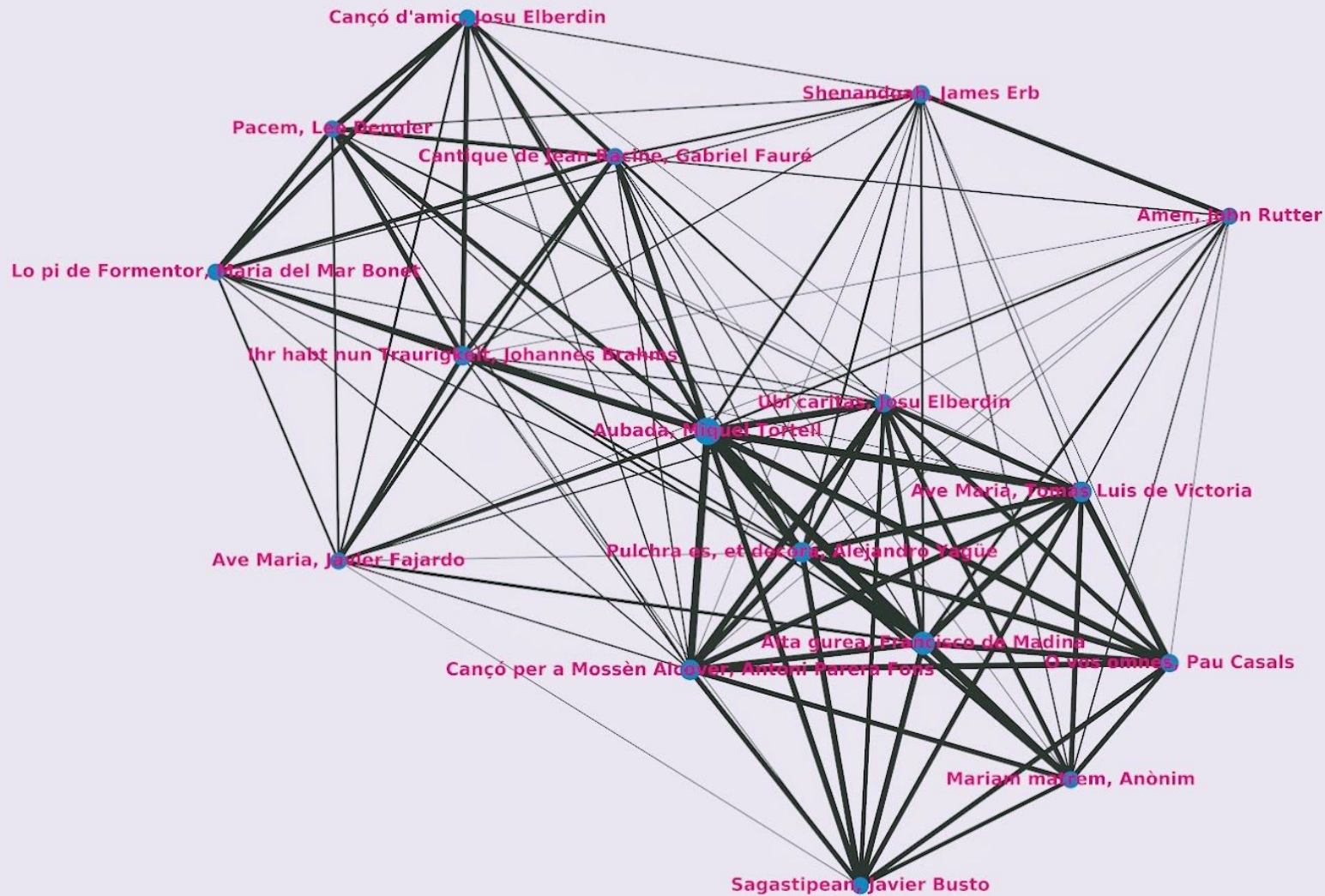


Wikimedia Commons

Redes complejas

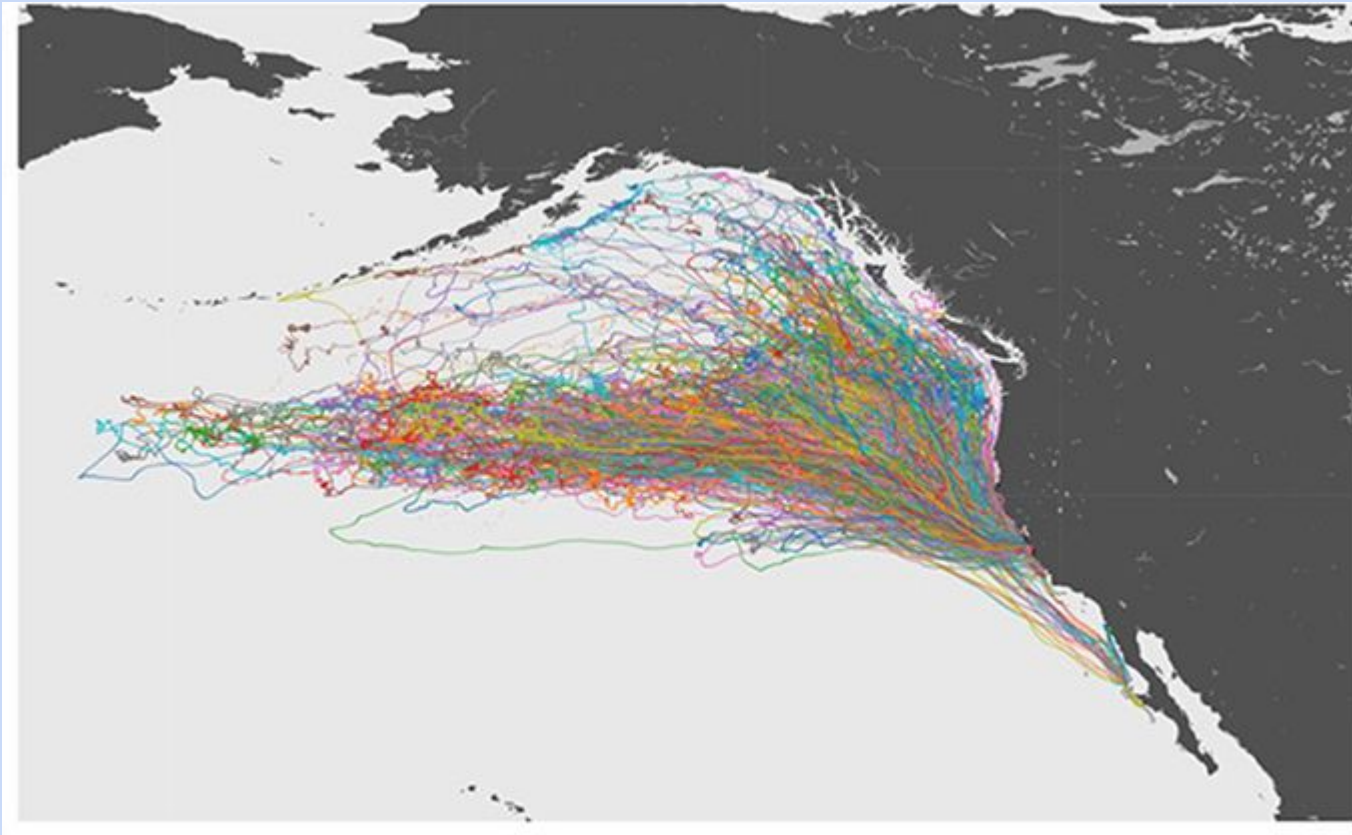


Redes complejas



Rodríguez (2023)

Sonificación del movimiento de animales



Frecuencia aumenta de oeste a este

Amplitud aumenta cuando están juntos

10 años de datos de movimiento de elefantes marinos

https://figshare.com/articles/media/SealSonification_v0_1_wav/6062471?file=10913372

Duarte et al, Front. Mar. Sci. (2018)



¡Muchas gracias!

Diapositivas disponibles en:

<https://jorgeprodriguezg.github.io/resources>



jorgep.rodriguez