



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



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

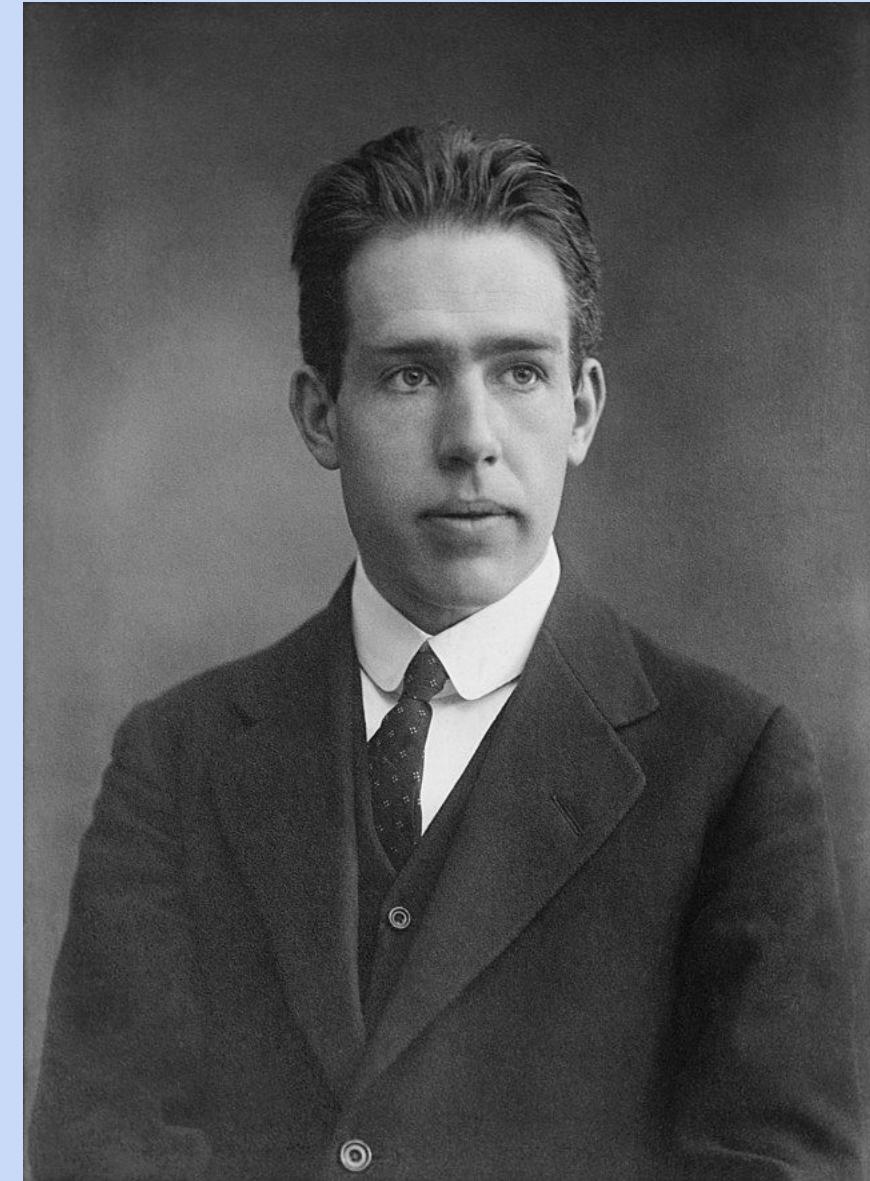
Segunda parte

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)



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?

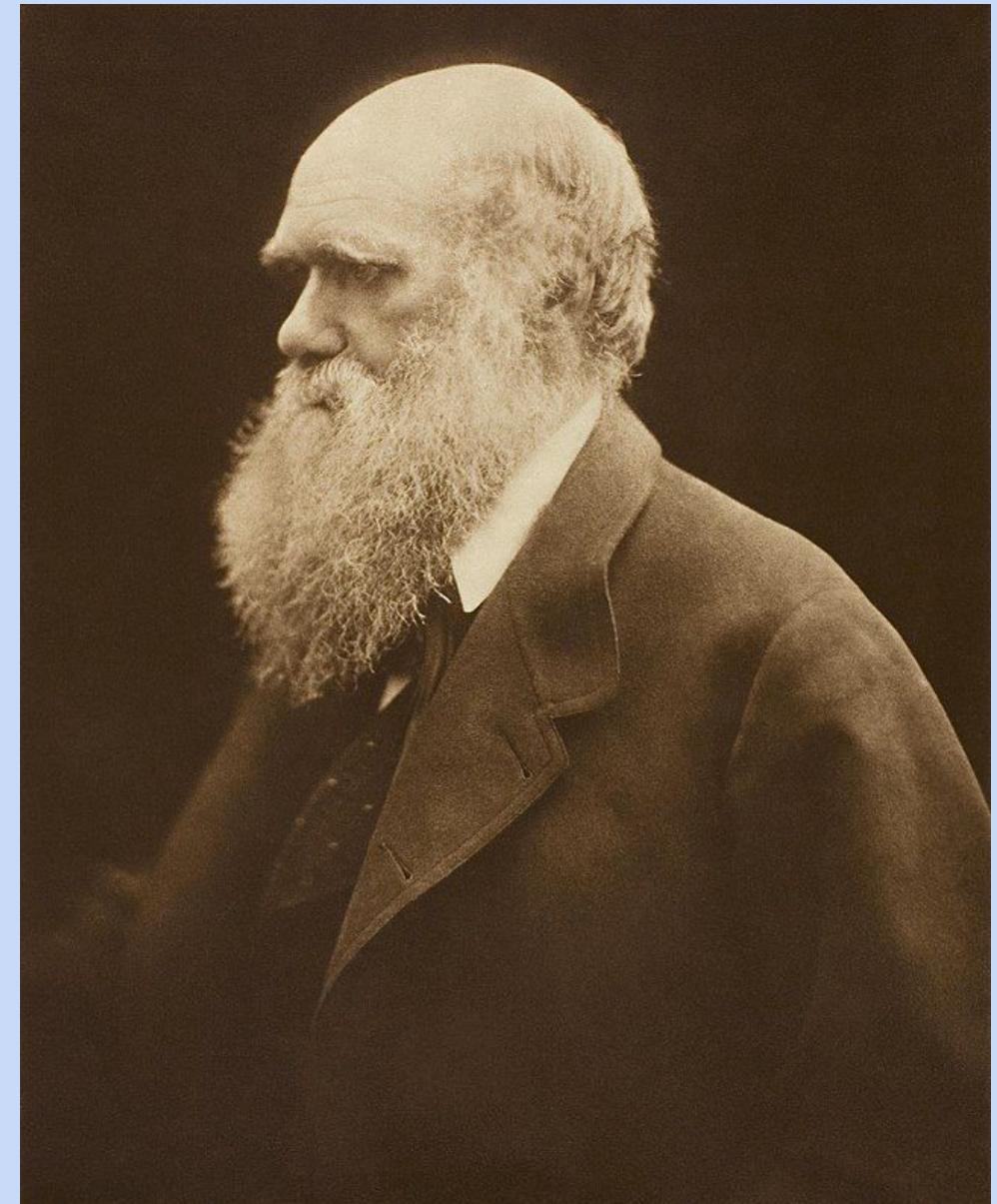
17 Equations That Changed the World by Ian Stewart

- | | | | | |
|-----|-------------------------------|--|--|--------------------|
| 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'Almbert, 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 | $\nabla \cdot \mathbf{E} = 0$
$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$ | $\nabla \cdot \mathbf{H} = 0$
$\nabla \times \mathbf{H} = \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$ | 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”



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)

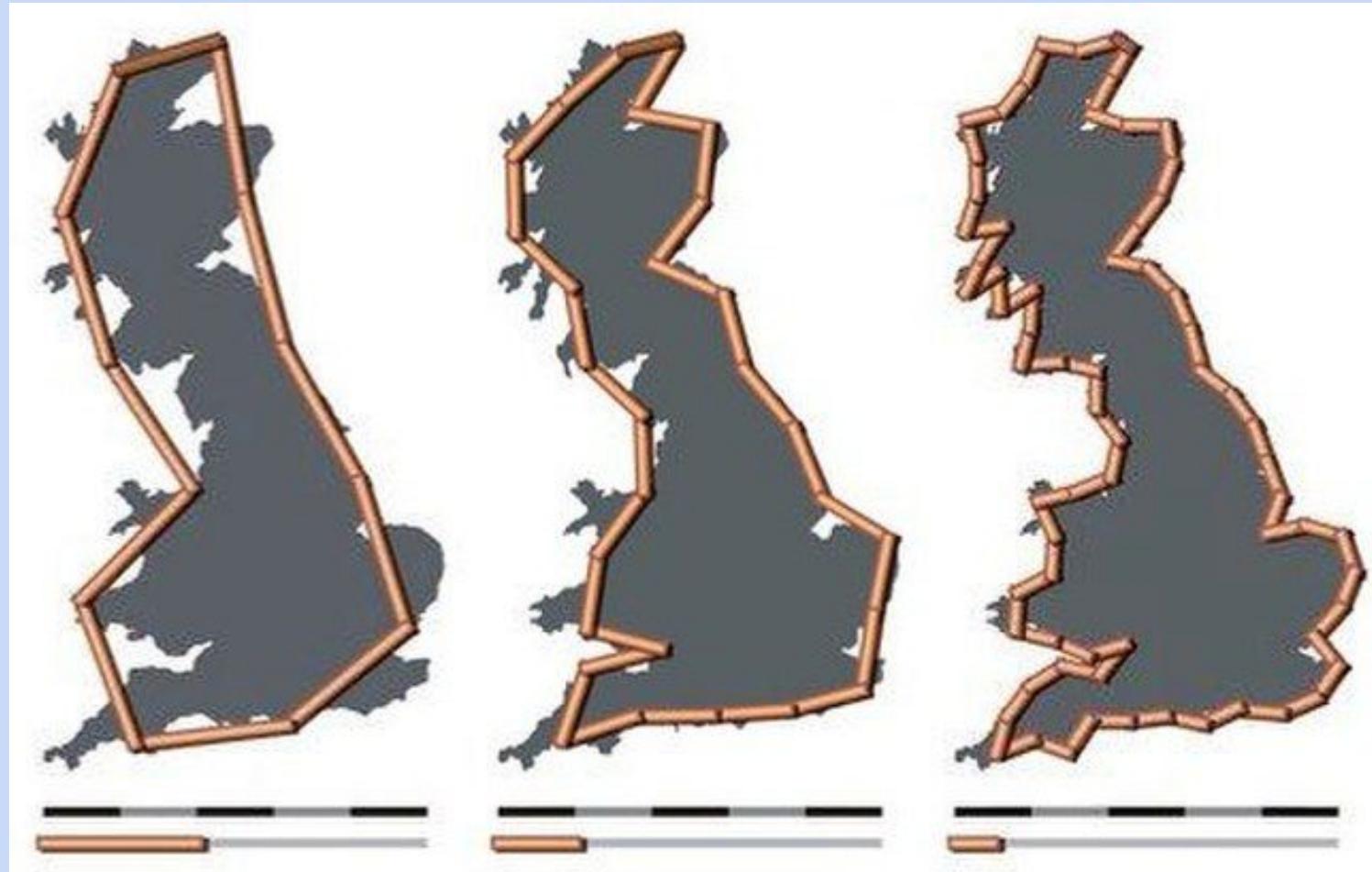


https://www.youtube.com/watch?v=eAXVa_XWZ8

Wikimedia Commons

Mi lupa no funciona: estructura dentro de la estructura

Línea de costa



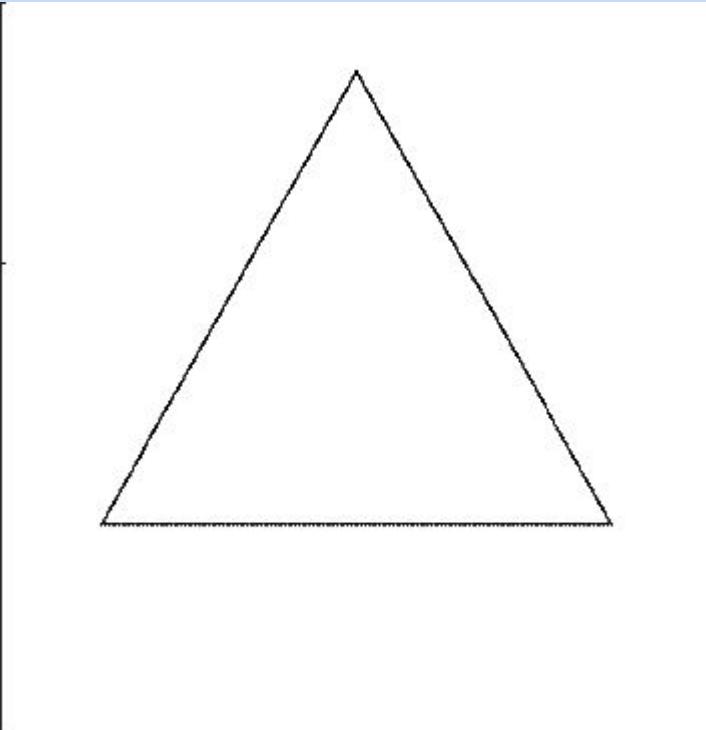
2350 km

2775 km

3425 km

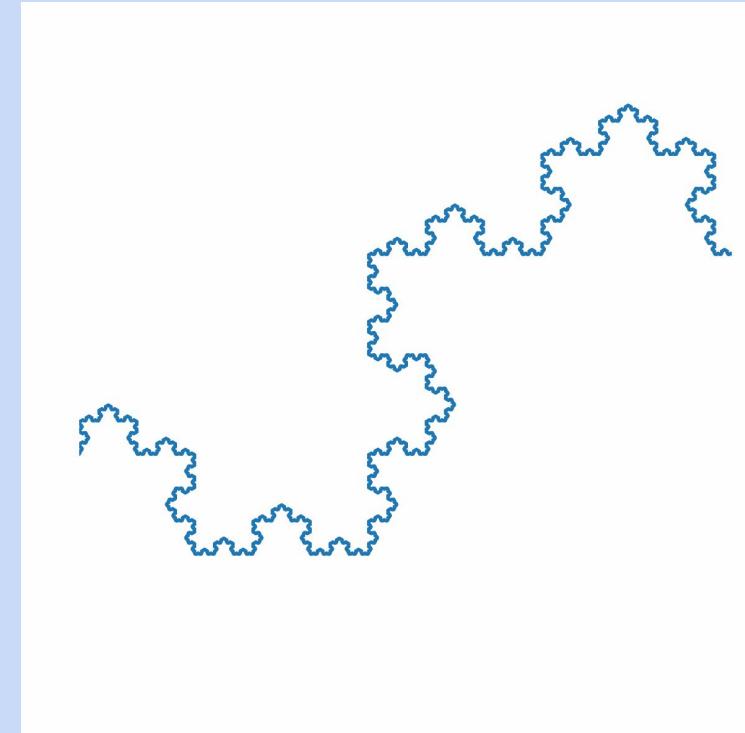
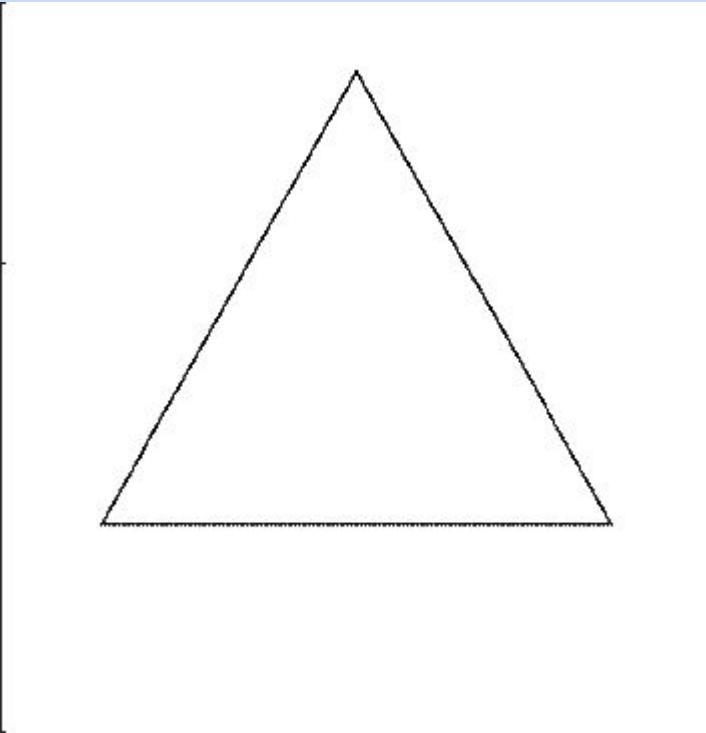
Mi lupa no funciona: estructura dentro de la estructura

Copo de nieve de Koch



Mi lupa no funciona: estructura dentro de la estructura

Copo de nieve de Koch

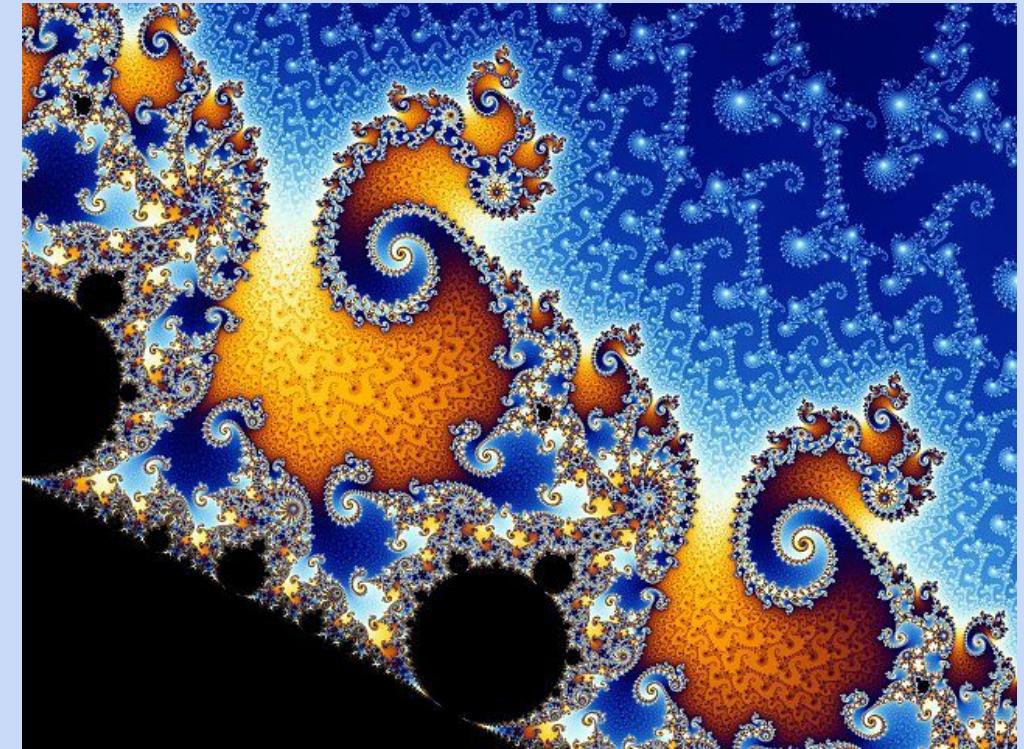


No es 1D, no es 2D, dimensión de 1.26

Wikimedia Commons

Mi lupa no funciona: estructura dentro de la estructura

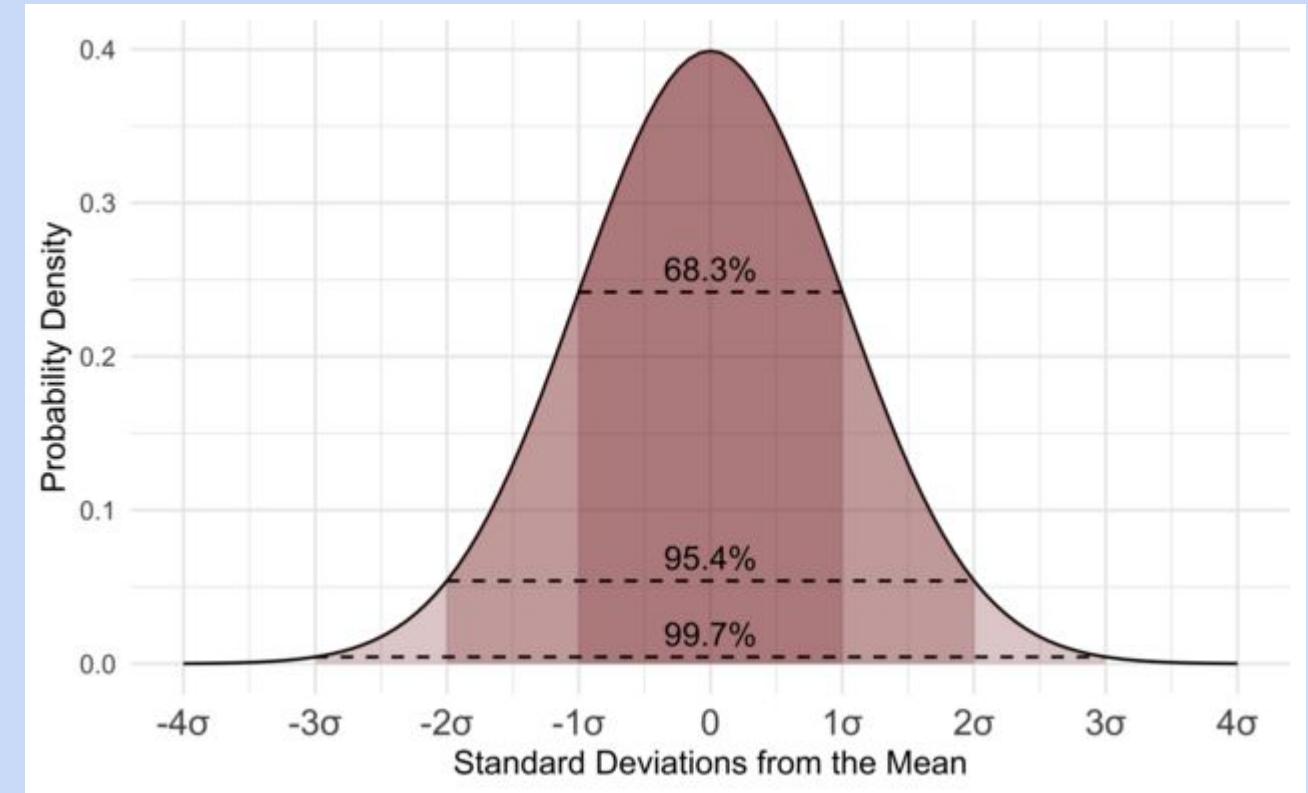
Fractales naturales y computacionales



Wikimedia Commons

Estructura dentro de estructura, ahora probabilidades

Distribución normal o Gaussiana

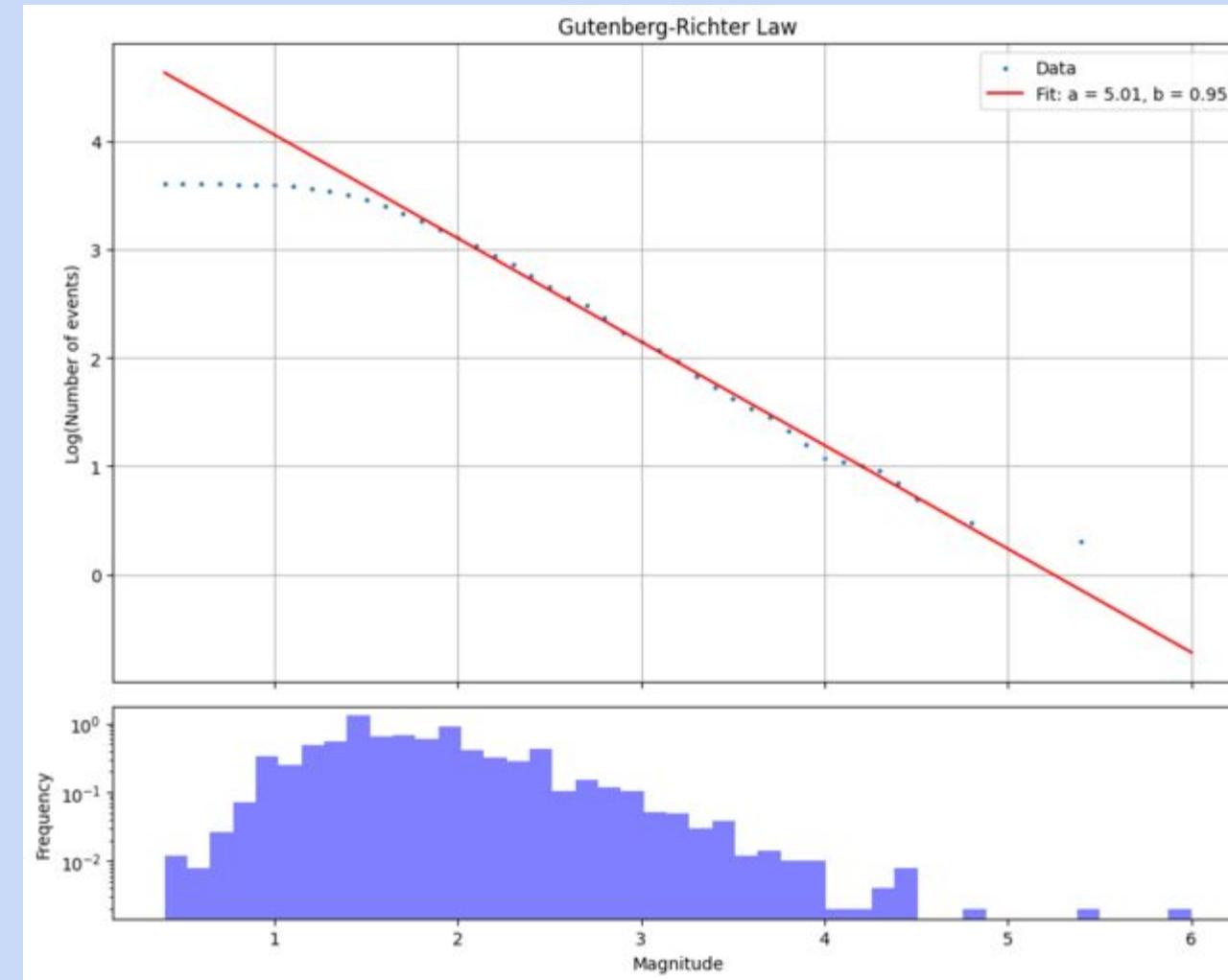


Estructura dentro de estructura, ahora probabilidades

Ley de potencias

Terremotos, riqueza,
frecuencia de palabras...

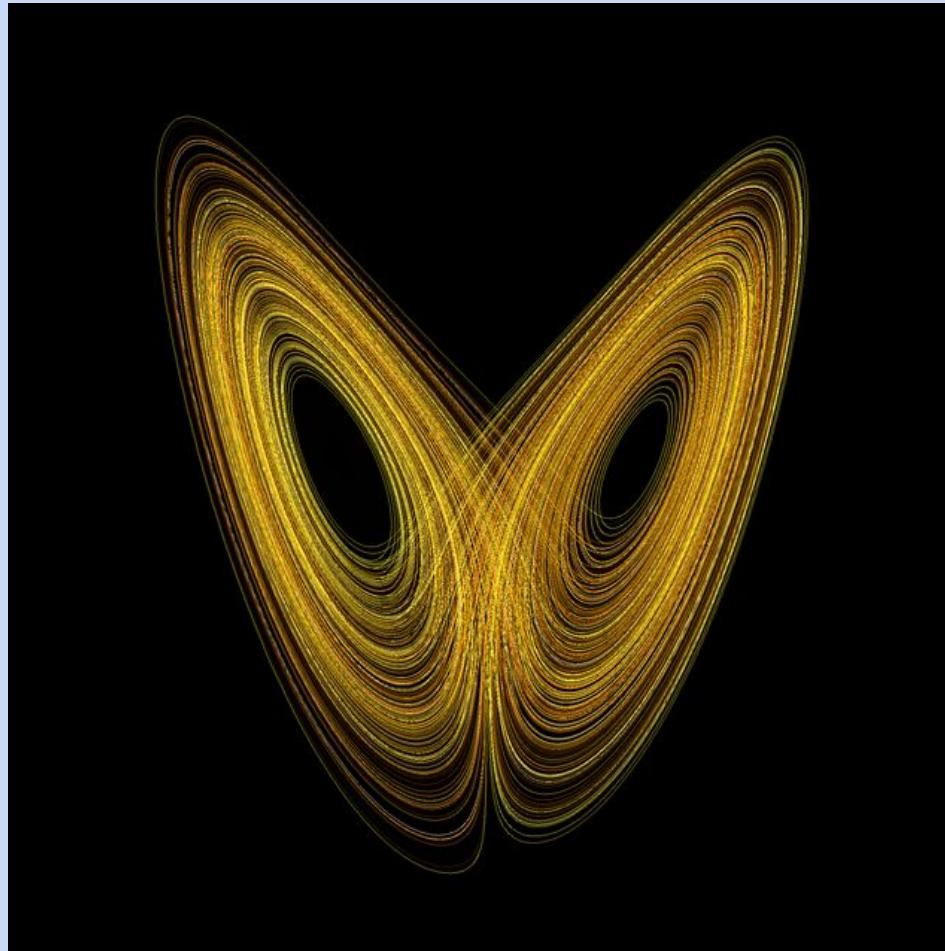
¡hasta cómo encontrar
aparcamiento más rápido!
Vuelos de Lévy



Wikimedia Commons

Mi lupa no funciona: estructura dentro de la estructura

Naturaleza caótica, el atractor de Lorenz



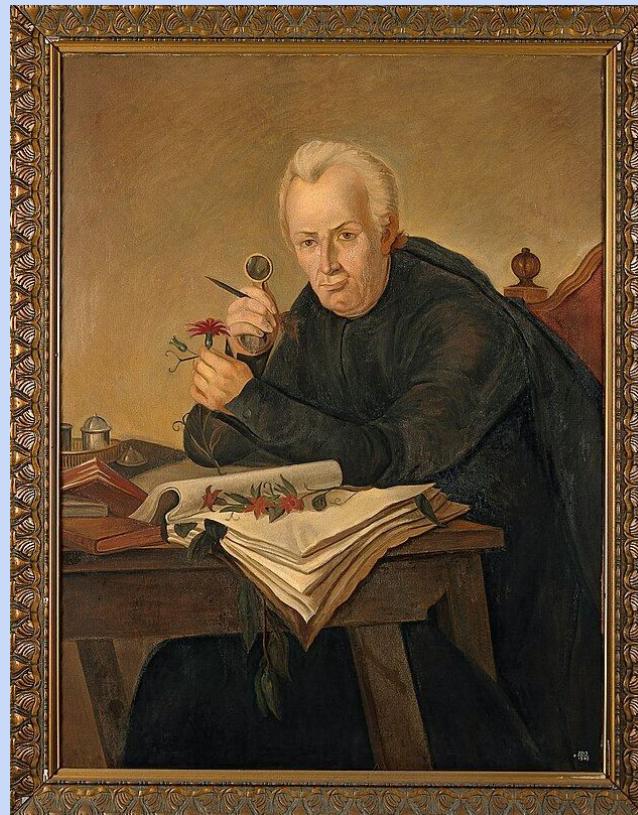
Wikimedia Commons

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

Expediciones científicas

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

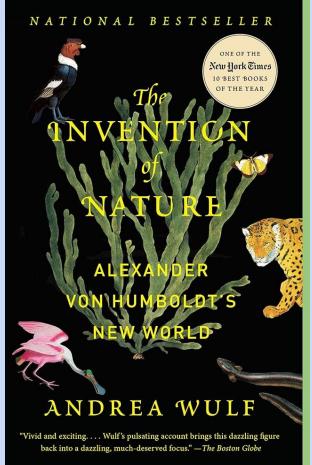
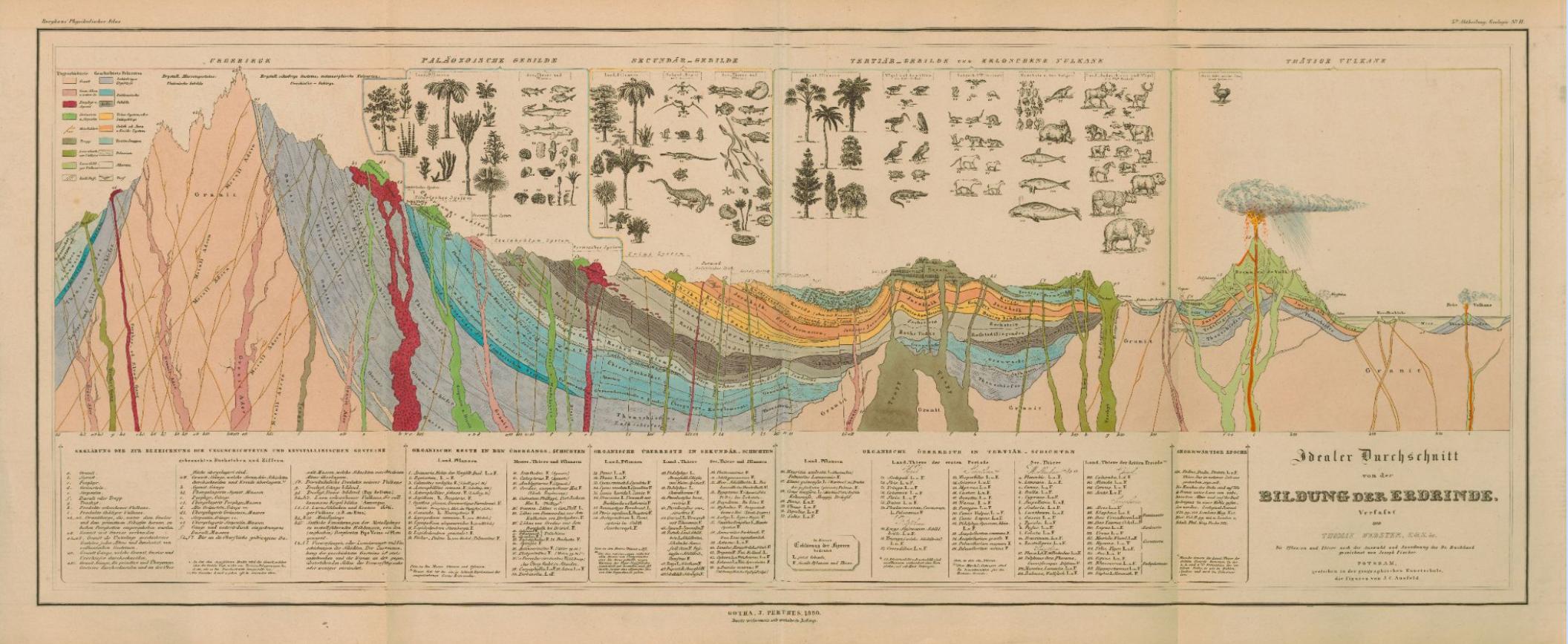
José Celestino Mutis



Wikimedia Commons



Humboldt



Wikimedia Commons

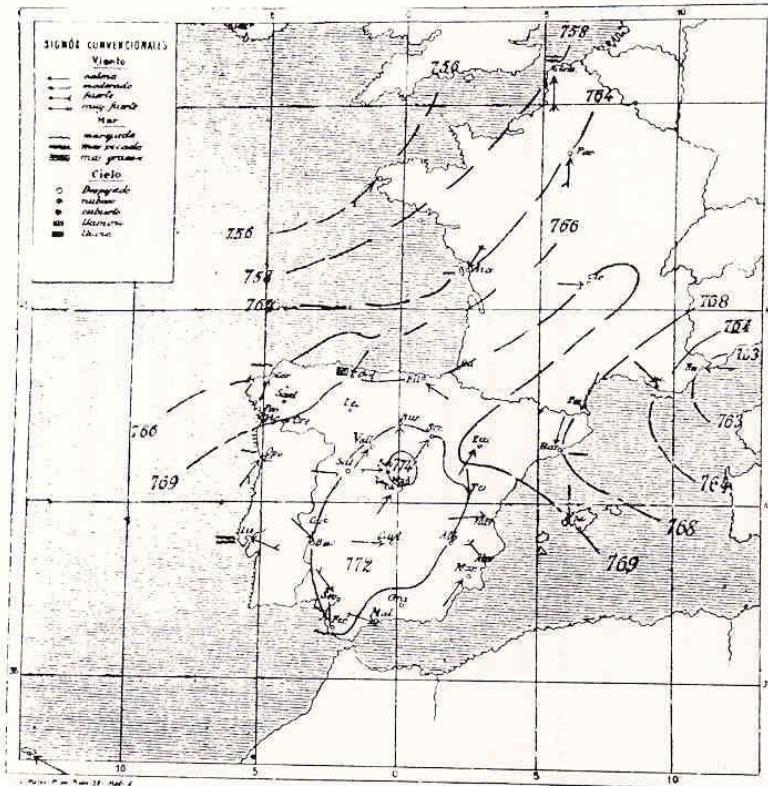
Boletines meteorológicos

INSTITUTO CENTRAL METEOROLÓGICO.

Año 1.

Bofetín del 1º de Marzo de 1893

Nº 1



Tiempo probable

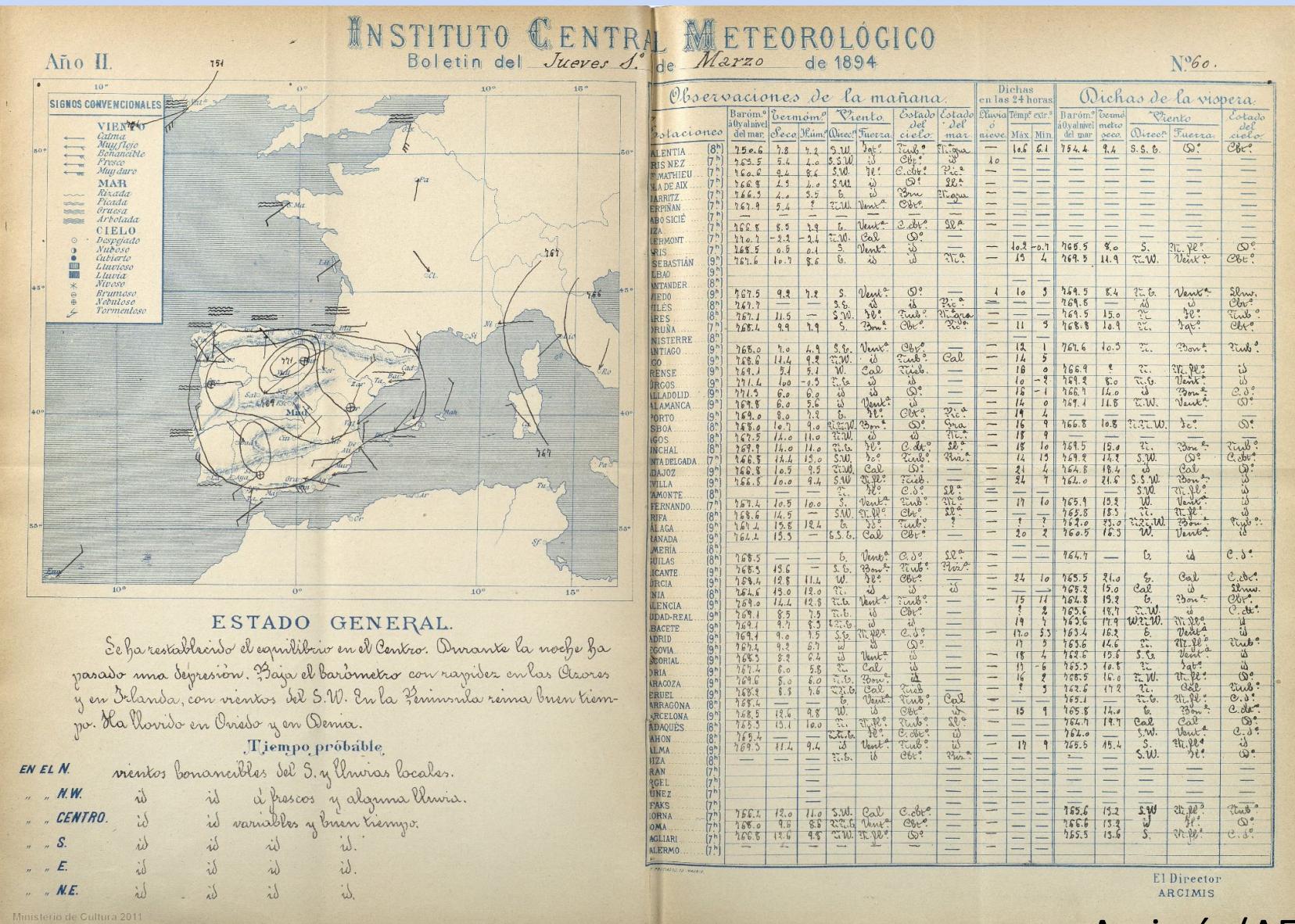
En Galicia y parte del Cantábrico vientos moderados a frescos del S y NE. Relajantes del W, moderados. En el Centro vientos calmos y cielo por lo general despejado o nebuloso.

Estaciones	Barómetro a 0. y al nivel del mar	Temperatura	VIENTO		Estado del cielo	Estado del mar.
			Dirección	Fuerza		
Valencia (3°)	758.0	5.6	S.	Fuerte	Nuboso	Picada
Orís Neg. (17°)	755.5	11.0	S.W.	Moderado	Nuboso	
St Mathieu (17°)	764.3	5.9	S.	id	Despejado	
París (17°)	763.9	11.6	N.E.	Fuerte	S. cubto	Marejada
Isla de Aix (17°)	763.0	4.6	N.	Moderado	id	id
Biarritz (17°)	765.5	4.2	W.	Calma	S. despejado	
Clermont (17°)	767.5	7.6	W.	Calmera	S. despejado	
Perpiñán (17°)	743.8	8.0	N.W.	id	id	Marejada
Cabo Sicile (17°)	766.0	15.0	S.E.	M. fuerte	Despejado	Marejada
Niza (17°)	763.0	4.6	N.	Moderado	id	id
S. Sebastián (15°)	768.5	17.2	E. E.	Calma	Nuboso	Tranquila
San Sebastián (15°)	766.6	11.2	S.E.	Calmoso	S. cubto	Marejada
Oviedo (15°)	766.0	15.0	S.E.W.	M. fuerte	Despejado	Marejada
Coruña (15°)	768.5	?	?	?	?	?
Santiago (15°)	768.5	?	?	?	?	?
Orense (15°)	768.5	?	?	?	?	?
Pontevedra (15°)	768.5	?	?	?	?	?
Vigo (15°)	768.5	?	?	?	?	?
Burgos (15°)	770.7	7.4	S.	Calma	Despejado	
León (15°)	768.5	?	?	?	?	?
Valladolid (15°)	771.4	19.0	S.W.	Calmoro	S. cubto	
Salamanca (15°)	771.3	11.8	W.	id	id	
Oporto (15°)	771.7	11.2	S.W.	Moderado	Despejado	Marejada
Lisboa (15°)	771.0	13.5	S.E.	Moderado	Despejado	Picada
Funchal (15°)	767.5	15.0	E.S.E.	Calmoro	Despejado	Tranquila
Cáceres (15°)	768.5	?	?	?	?	?
Badajoz (15°)	771.4	11.5	S.W.	Calma	Nuboso	
Sevilla (15°)	770.7	12.2	S.W.	Moderado	Despejado	
S. Fernando (17°)	770.8	11.1	N.	Calmoro	id	Marejada
Málaga (15°)	770.1	11.2	S.E.N.W.	Fuerte	Nuboso	Tranquila
Granada (15°)	769.9	20.8	E.W.	Fuerte	Nuboso	Tranquila
Al cante (15°)	769.7	16.5	S.W.	Calmoro	S. despejado	
Murcia (15°)	772.2	9.5	W.	Despejado		
Valencia (15°)	772.2	9.5	W.	Calma	Despejado	
Ciudad Real (15°)	772.6	12.5	W.	Calma	Despejado	
Albacete (15°)	772.6	7.3	S.W.	Calmoro	Nubuloso	
Madrid (15°)	773.8	9.5	W.	Moderado	Despejado	
Segovia (15°)	771.9	11.2	S.W.	Calma	Nuboso	
Estoril (15°)	770.6	6.6	S.W.	Calmoro	Despejado	
Soria (15°)	767.9	10.4	S.W.	Calma	Despejado	
Zaragoza (15°)	771.2	9.2	N.	id	Nuboso	
Teruel (15°)	768.1	15.6	S.W.	Calmoro	Despejado	Marejada
Barcelona (15°)	765.9	14.4	N.	Despejado		Tranquila
Palma (15°)	765.9	14.4	N.	id	S. despejado	
Roma (17°)	768.5	?	?	?	?	?
Nápoles (17°)	768.5	?	?	?	?	?
Palermo (17°)	768.5	?	?	?	?	?
Malta (17°)	768.5	?	?	?	?	?

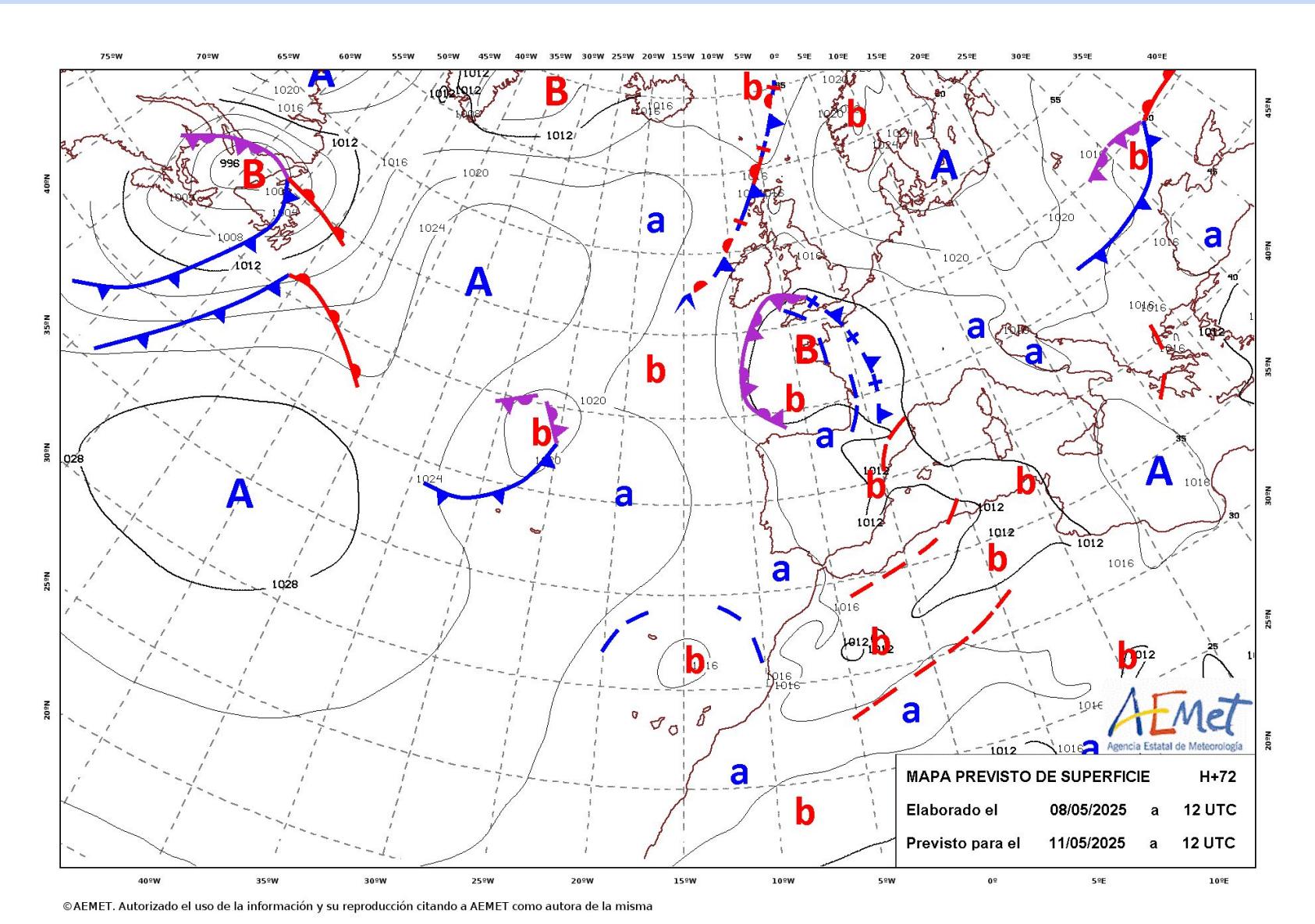
El Director
ARCIMÍS.

Arcimís (AEMET)

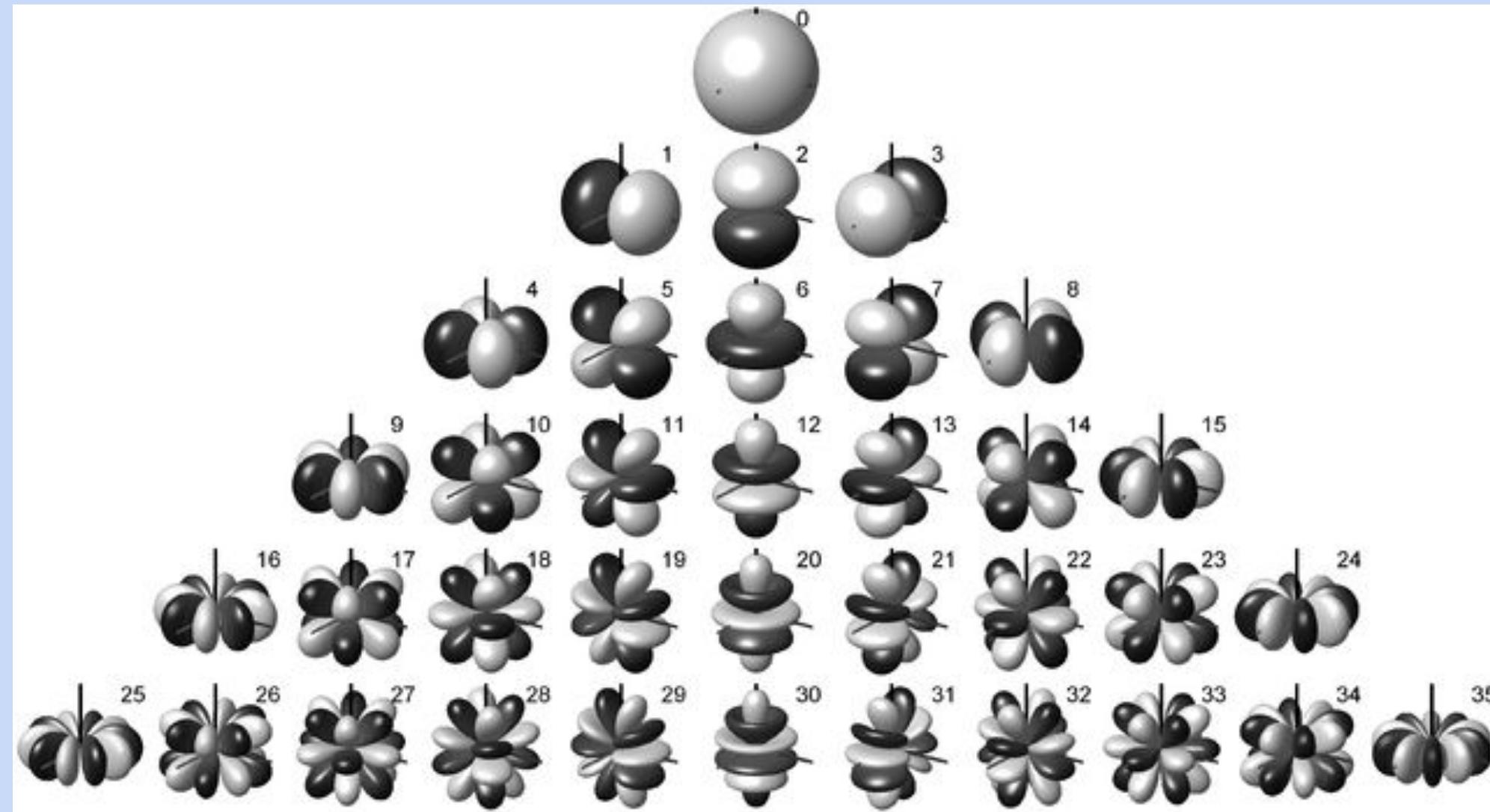
Boletines meteorológicos



Boletines meteorológicos



Orbitales de los electrones (armónicos esféricos)



Visualización gráfica hoy en día

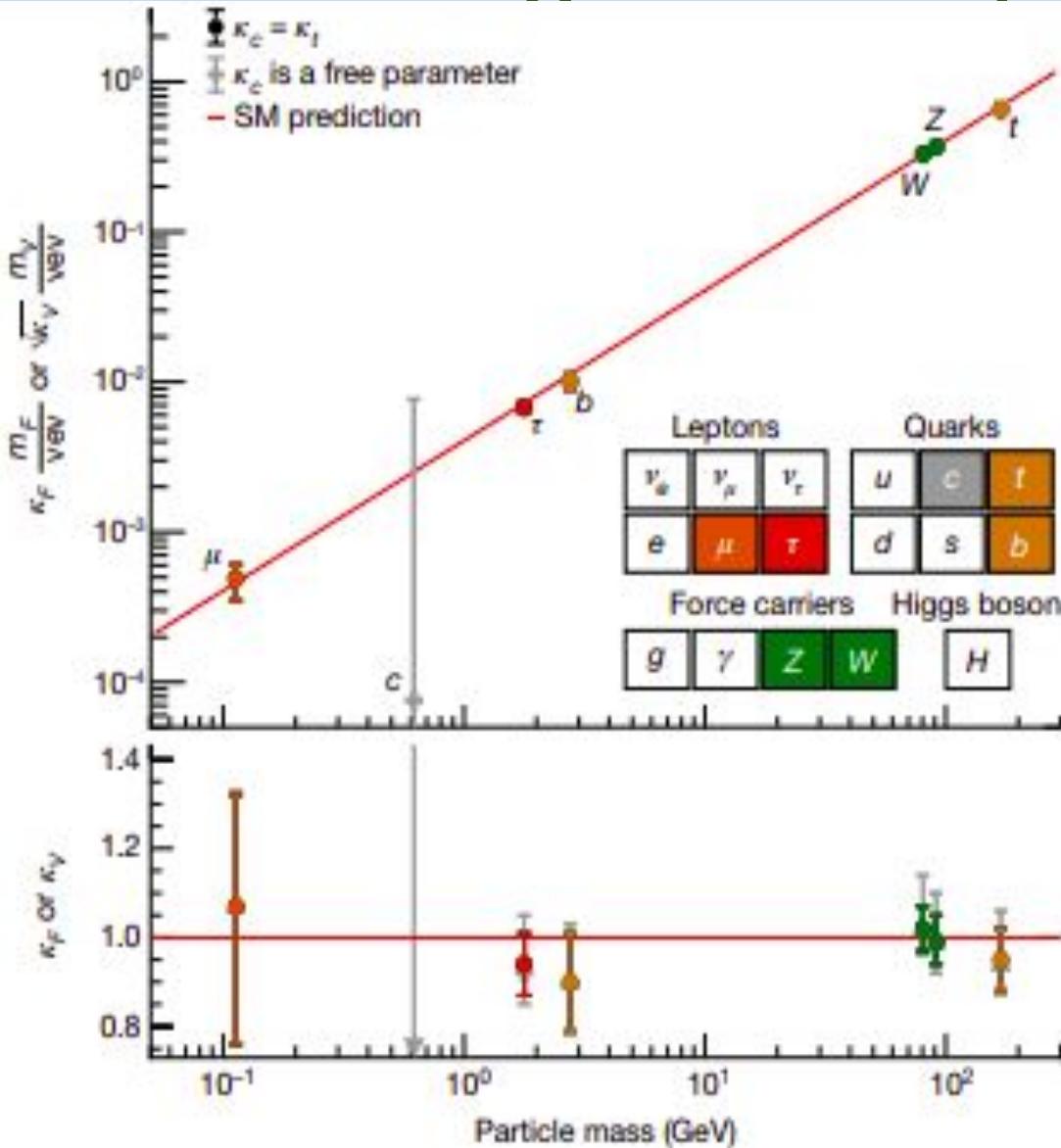
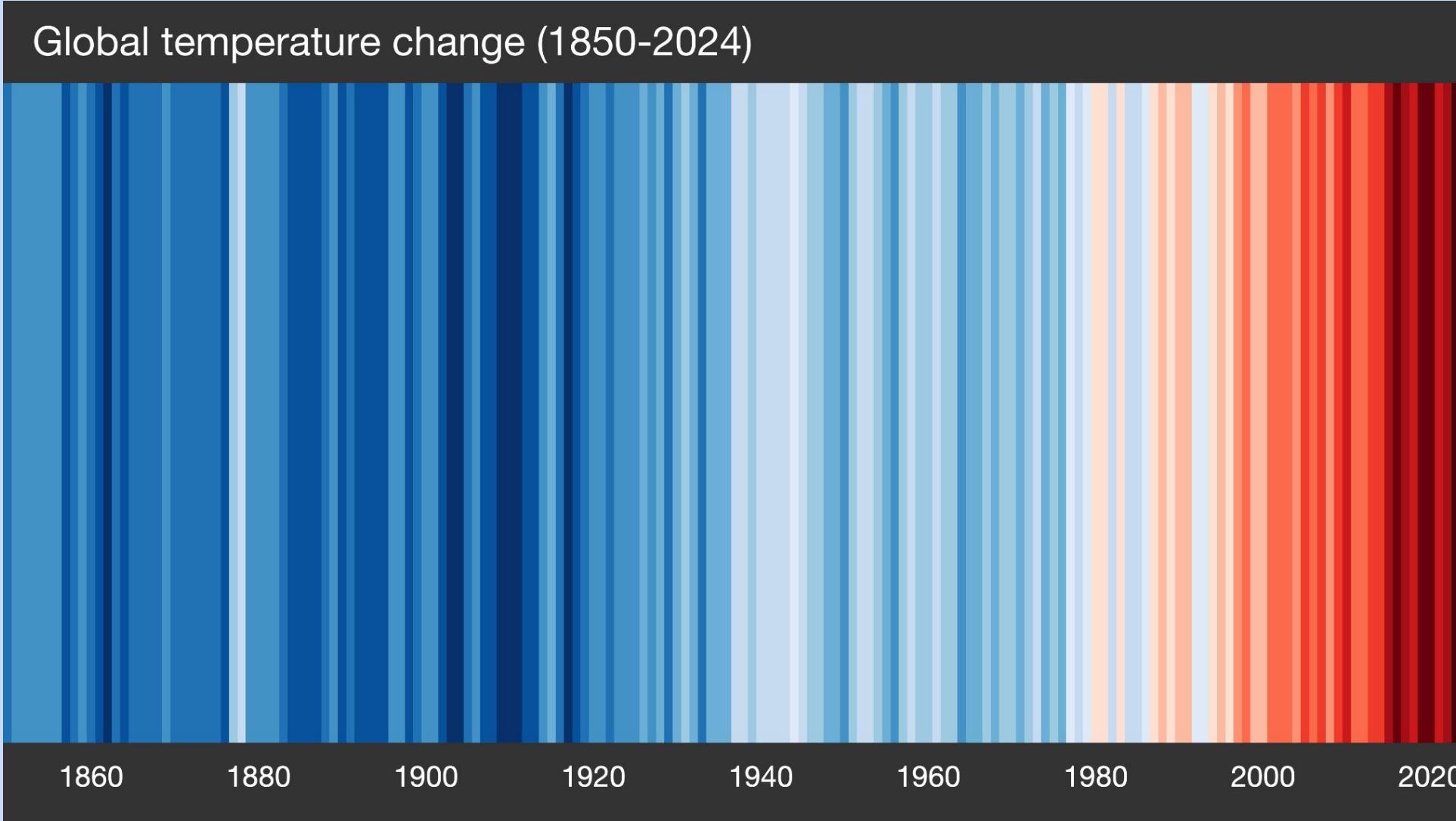


Fig. 5 | Reduced Higgs boson coupling strength modifiers and their uncertainties. They are defined as $\kappa_F m_F/\text{vev}$ for fermions ($F=t, b, \tau, \mu$) and $\sqrt{\kappa_Y} m_Y/\text{vev}$ for vector bosons as a function of their masses m_F and m_Y . Two fit scenarios with $\kappa_c = \kappa_t$ (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.

Visualización hoy en día

“Show your stripes!”

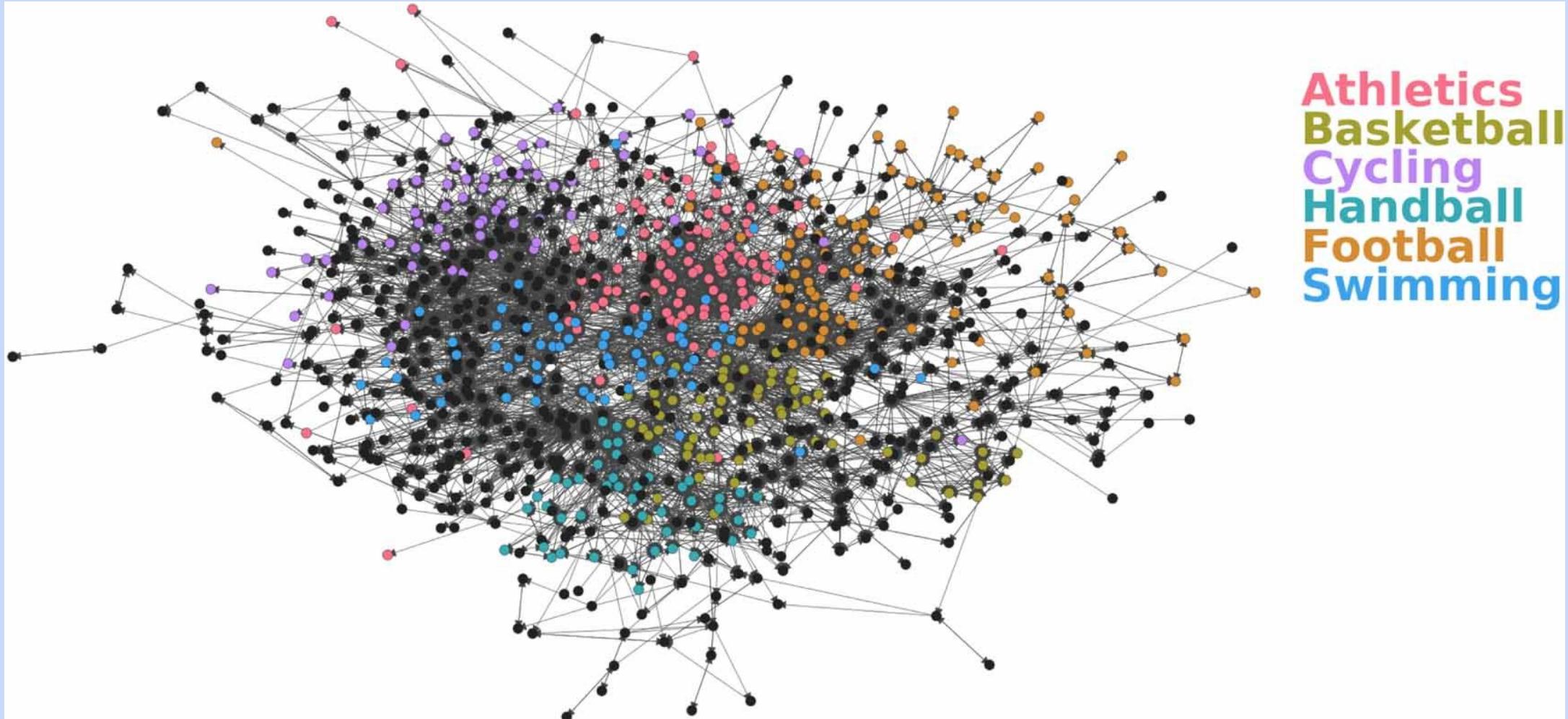


Redes complejas

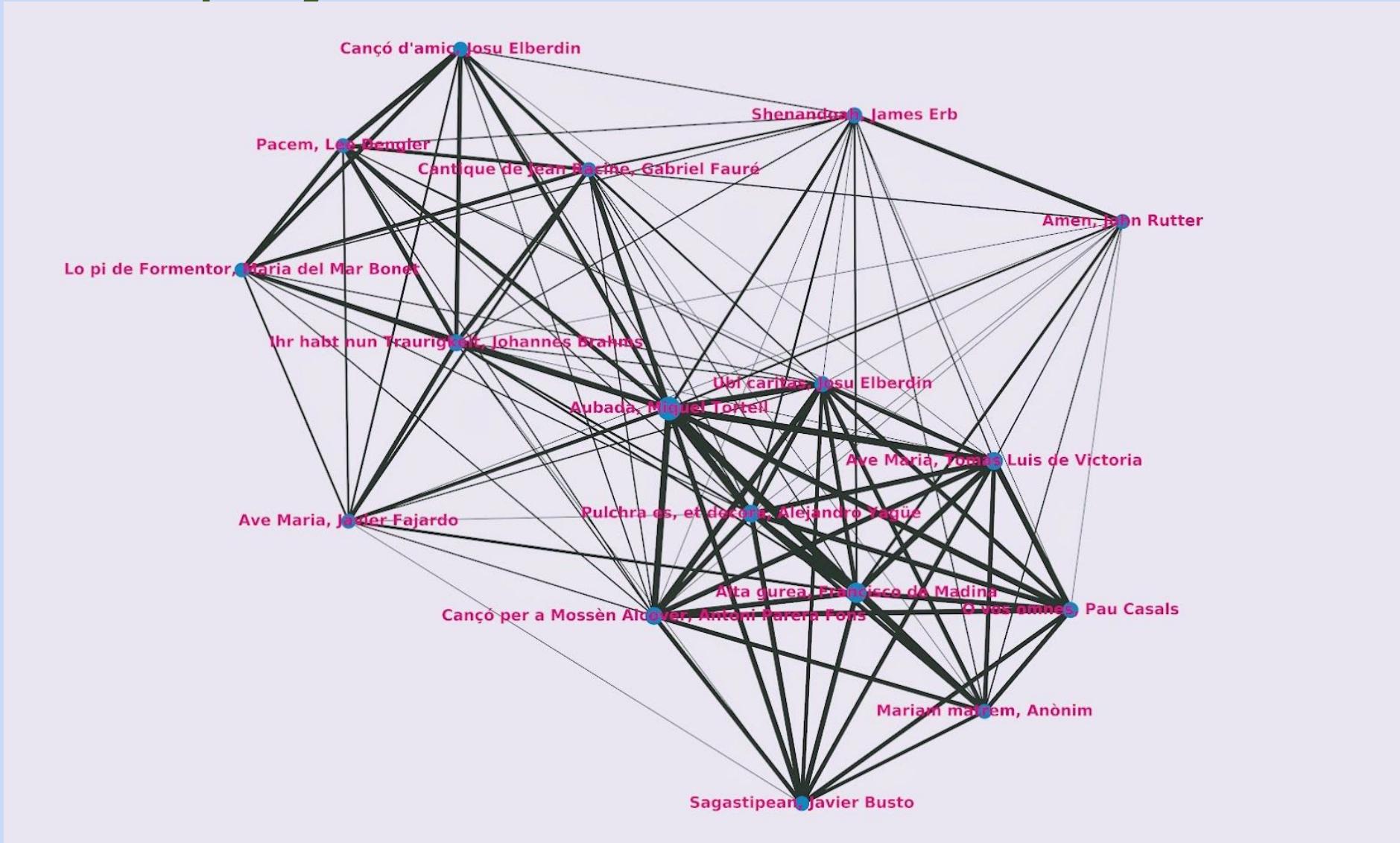


Wikimedia Commons

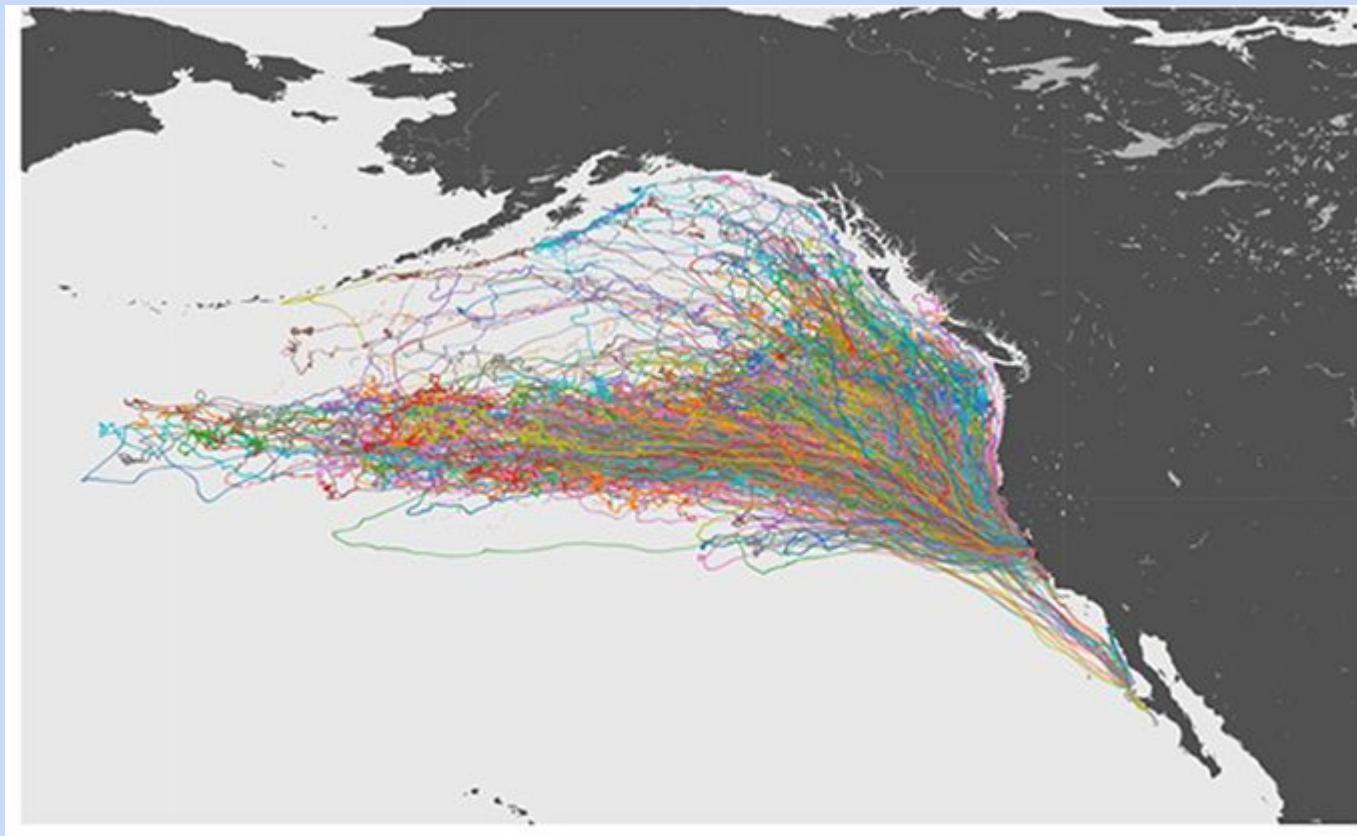
Redes complejas



Redes complejas



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)



ILLES
BALEARS

¡Muchas gracias!

Diapositivas disponibles en:

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



jorgep.rodriguez