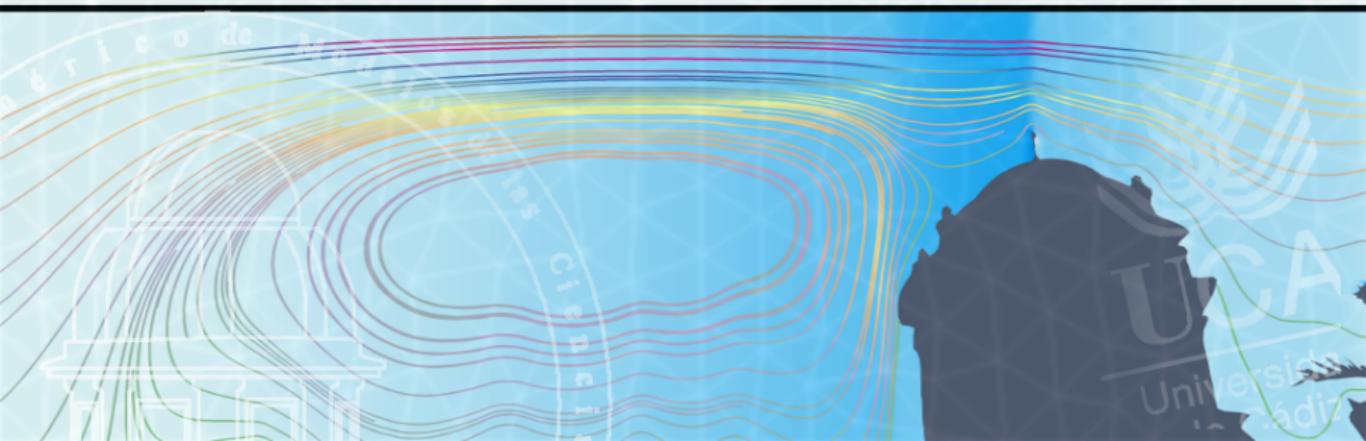


Las matemáticas y eso llamado «mundo real»

J. Rafael Rodríguez Galván

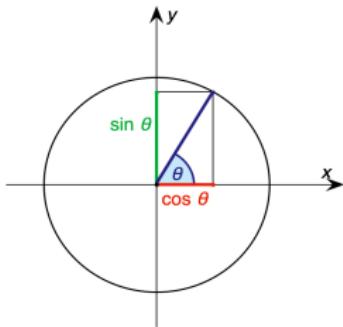
Día « $\pi - 2$ »

Cádiz, 10 de marzo de 2020



El «mundo de las ideas» y «mundo real»

$$(a - b)(a + b) = a^2 - b^2$$

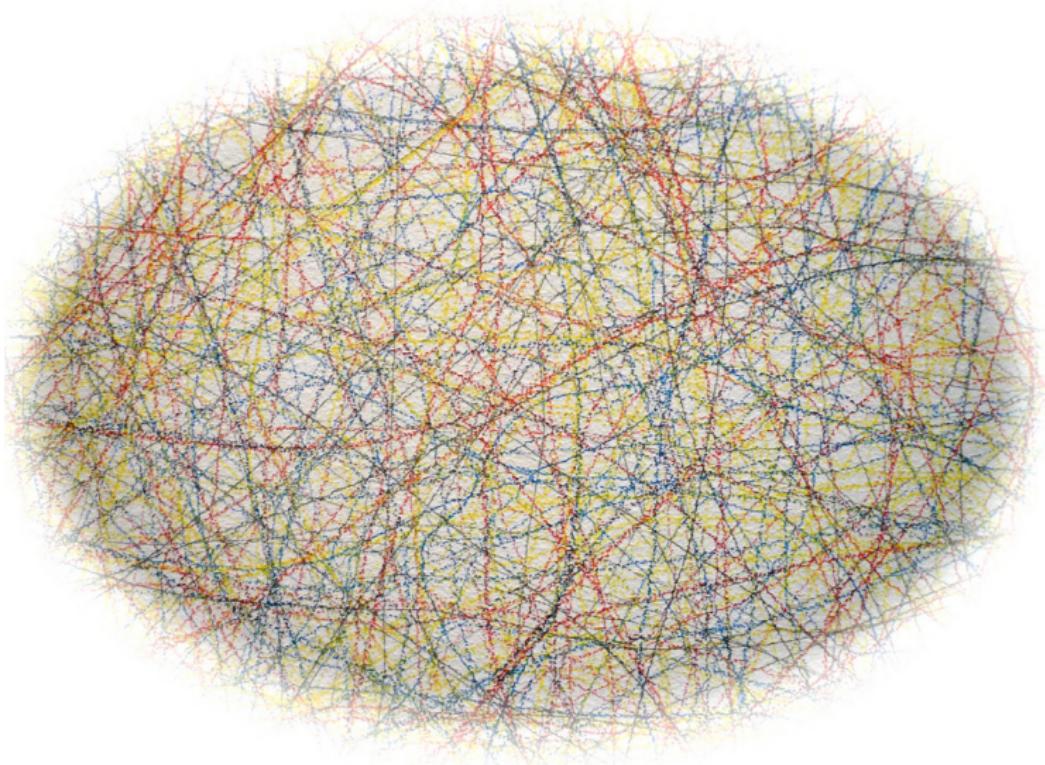


$$\int_a^b f(x) \, dx = F(b) - F(a)$$

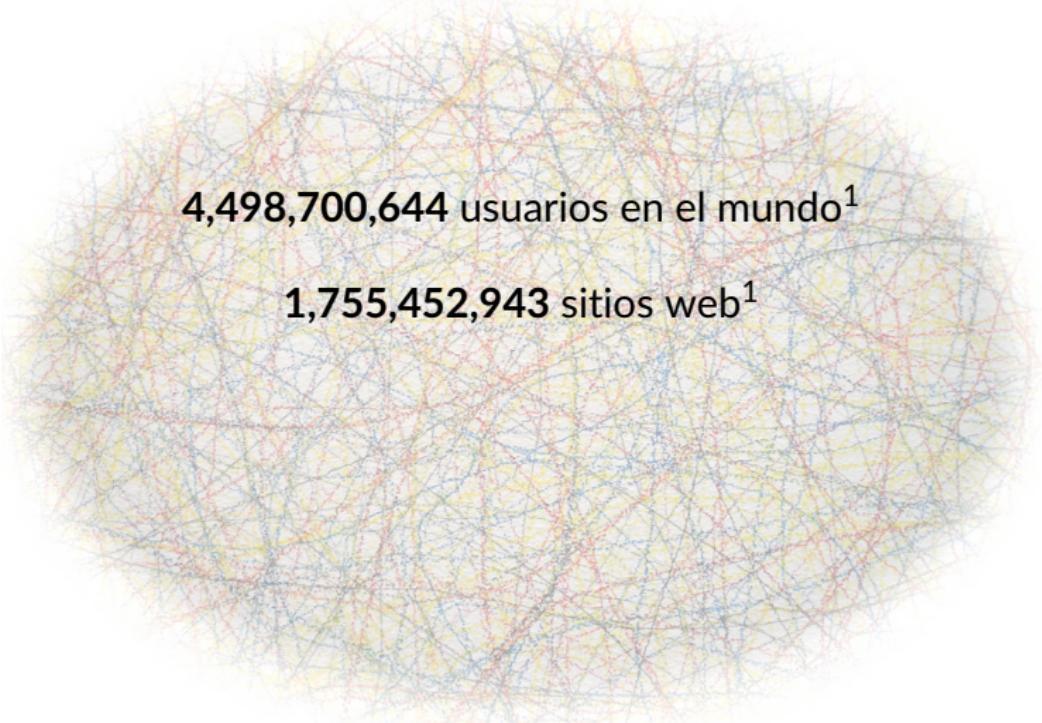
$$\begin{cases} \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} - \nu \Delta \mathbf{u} + \nabla p = \mathbf{f} & \text{en } \Omega \subset \mathbb{R}^n, \\ \nabla \cdot \mathbf{u} = 0 & \text{en } \Omega \subset \mathbb{R}^n. \end{cases}$$



Internet...



Internet...



4,498,700,644 usuarios en el mundo¹

1,755,452,943 sitios web¹

¹Datos recogidos el 10/3/2020 de <http://www.internetlivestats.com>

Internet...

4,498,700,644 usuarios en el mundo¹

1,755,452,943 sitios web¹

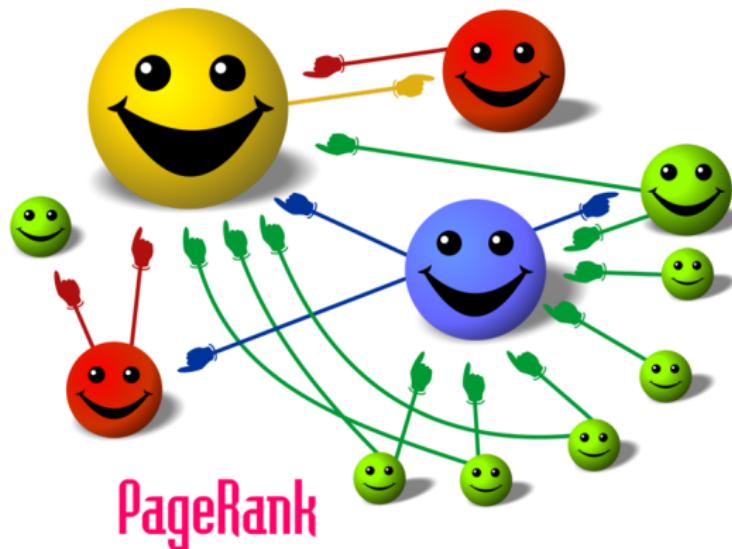
...¿cómo encuentras la
información que te interesa
?

¹Datos recogidos el 10/3/2020 de <http://www.internetlivestats.com>

Buscadores web



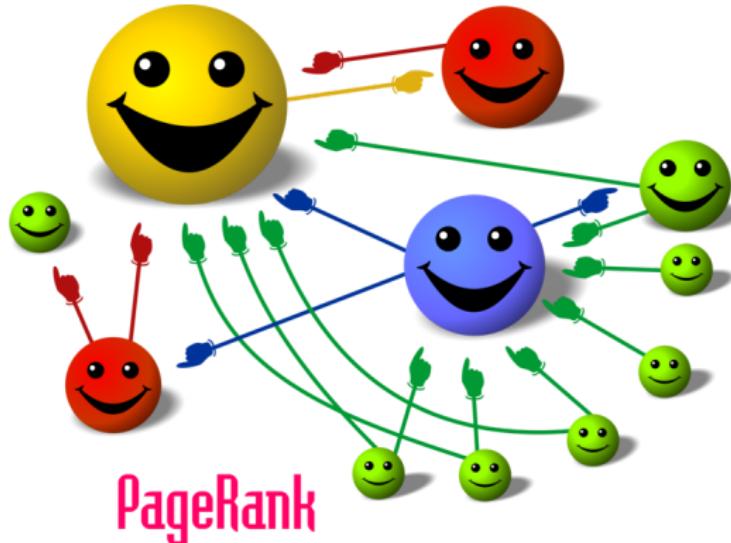
Buscadores web



Algoritmo «PageRank»

$$PR(A) = \frac{1-d}{N} + d \left(\frac{PR(B)}{L(B)} + \frac{PR(C)}{L(C)} + \frac{PR(D)}{L(D)} + \dots \right)$$

Buscadores web



Algoritmo «PageRank»

$$PR(A) = \frac{1-d}{N} + d \left(\frac{PR(B)}{L(B)} + \frac{PR(C)}{L(C)} + \frac{PR(D)}{L(D)} + \dots \right)$$

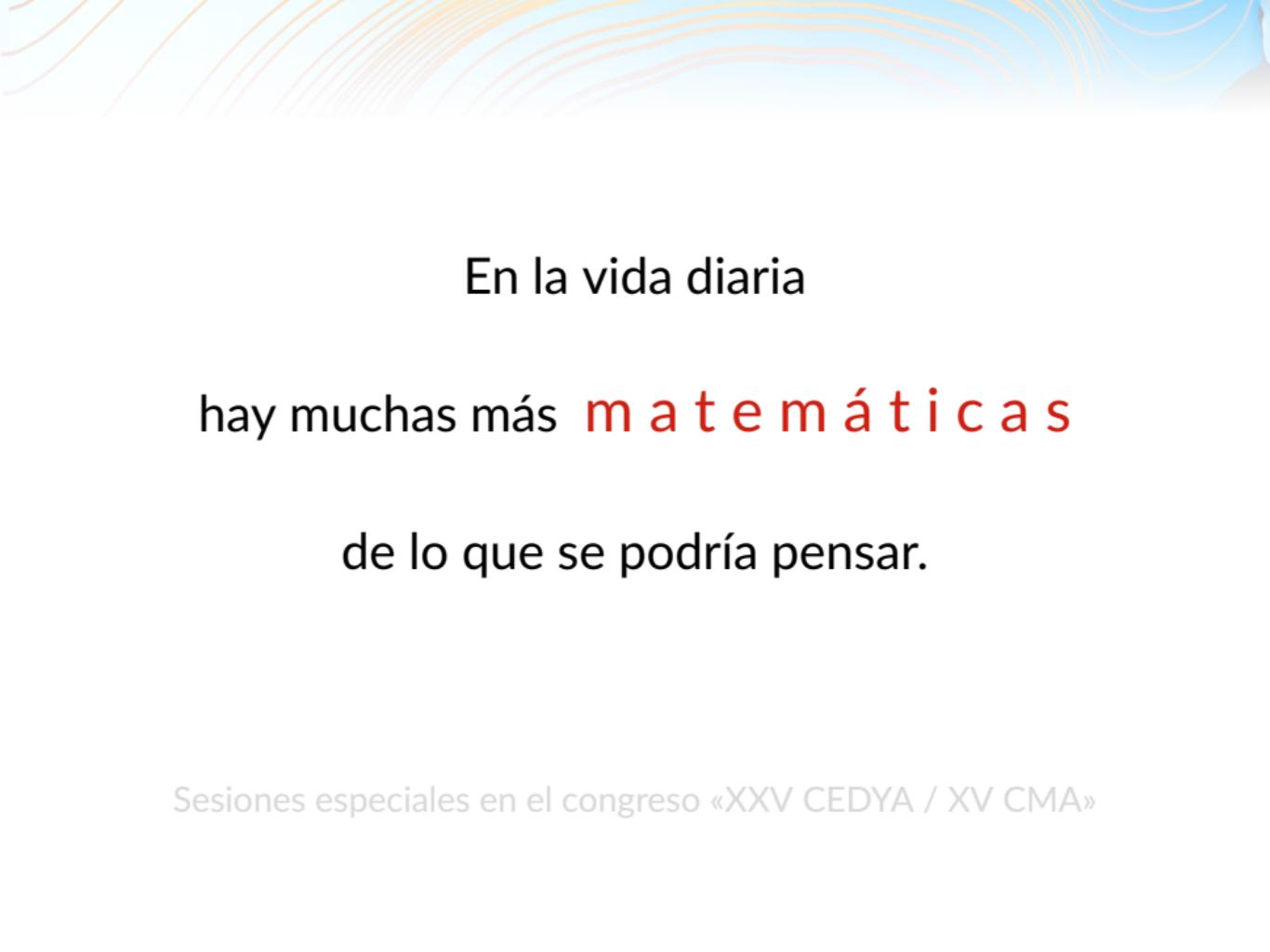
Enorme sistema de ecuaciones: ¡una incógnita por cada sitio web!

...aunque existen métodos eficientes para resolverlos

Buscadores web

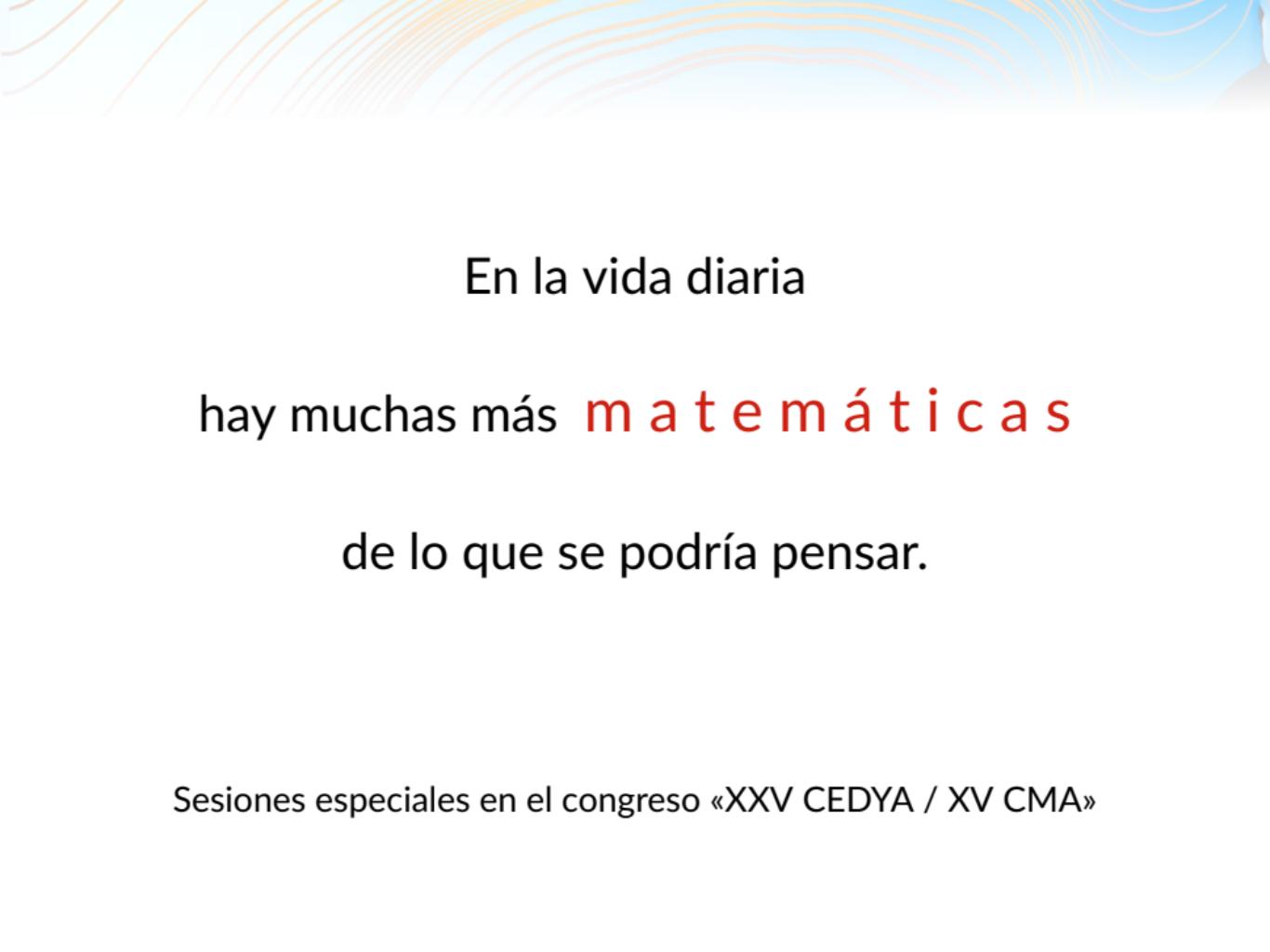


!El éxito de los buscadores web se basa en las
matemáticas!



En la vida diaria
hay muchas más matemáticas
de lo que se podría pensar.

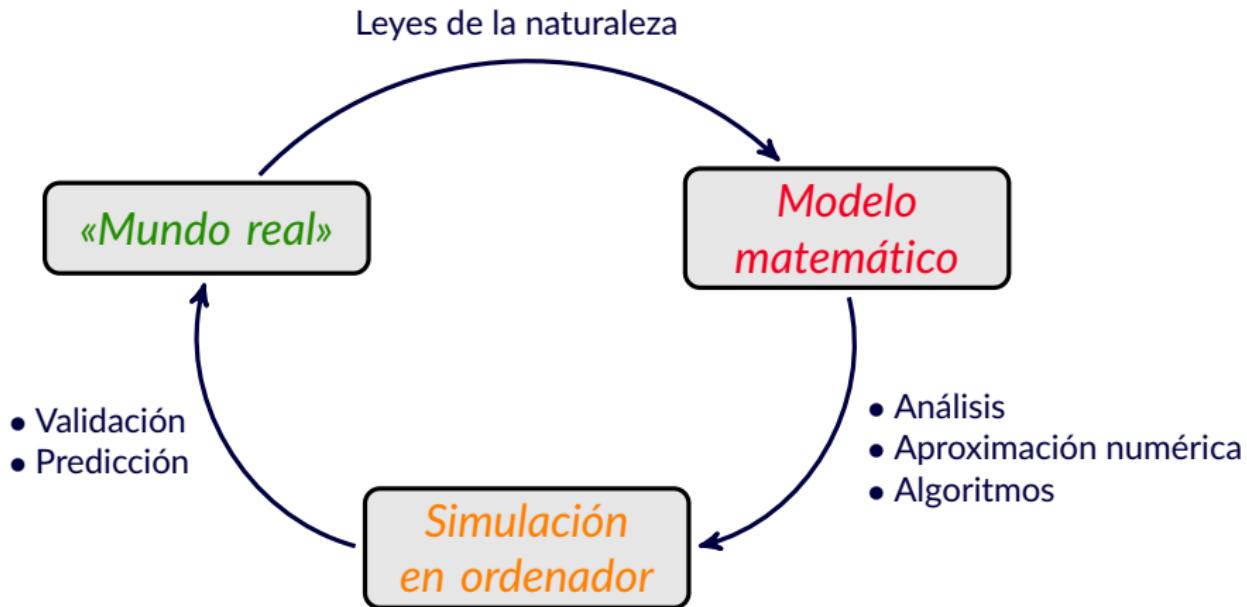
Sesiones especiales en el congreso «XXV CEDYA / XV CMA»



En la vida diaria
hay muchas más matemáticas
de lo que se podría pensar.

Sesiones especiales en el congreso «XXV CEDYA / XV CMA»

Modelos matemáticos



Modelos climáticos

¿Cómo se comportan los fluidos que forman
«atmósfera» y «océanos»?

Modelo matemático (simplificado)
(ecuaciones de Navier-Stokes)

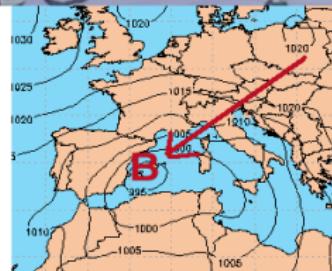
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} - \nu \Delta \mathbf{u} + \nabla p = \mathbf{f}, \\ \nabla \cdot \mathbf{u} = 0. \end{array} \right.$$

Presión atmosférica

Velocidad del fluido

Análisis del modelo:

¿Existe solución? ¿Con qué características?



Modelos climáticos

¿Cómo se comportan los fluidos que forman
«atmósfera» y «océanos»?

Modelo matemático (simplificado)
(ecuaciones de Navier-Stokes)

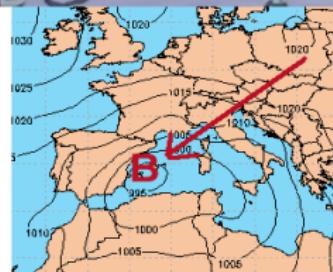
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} - \nu \Delta \mathbf{u} + \nabla p = \mathbf{f}, \\ \nabla \cdot \mathbf{u} = 0. \end{array} \right.$$

Presión atmosférica

Velocidad del fluido

Análisis del modelo:

¿Existe solución? ¿Con qué características?



Modelos climáticos

¿Cómo se comportan los fluidos que forman
«atmósfera» y «océanos»?

Modelo matemático (simplificado)
(ecuaciones de Navier-Stokes)

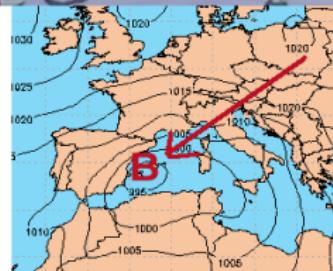
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} - \nu \Delta \mathbf{u} + \nabla p = \mathbf{f}, \\ \nabla \cdot \mathbf{u} = 0. \end{array} \right.$$

Presión atmosférica

Velocidad del fluido

Análisis del modelo:

¿Existe solución? ¿Con qué características?



Modelos climáticos

¿Cómo se comportan los fluidos que forman
«atmósfera» y «océanos»?

Modelo matemático (simplificado)
(ecuaciones de Navier-Stokes)

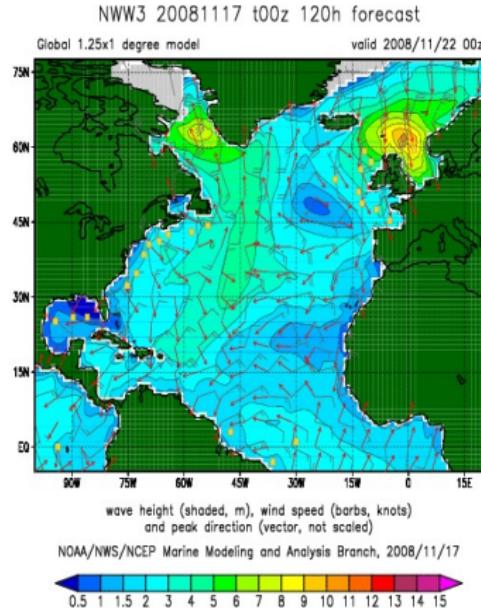
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} - \nu \Delta \mathbf{u} + \nabla p = \mathbf{f}, \\ \nabla \cdot \mathbf{u} = 0. \end{array} \right.$$

Presión atmosférica

Velocidad del fluido

Análisis del modelo:

¿Existe solución? ¿Con qué características?



Modelos climáticos

¿Cómo se comportan los fluidos que forman
«atmósfera» y «océanos»?

Modelo matemático (simplificado)
(ecuaciones de Navier-Stokes)

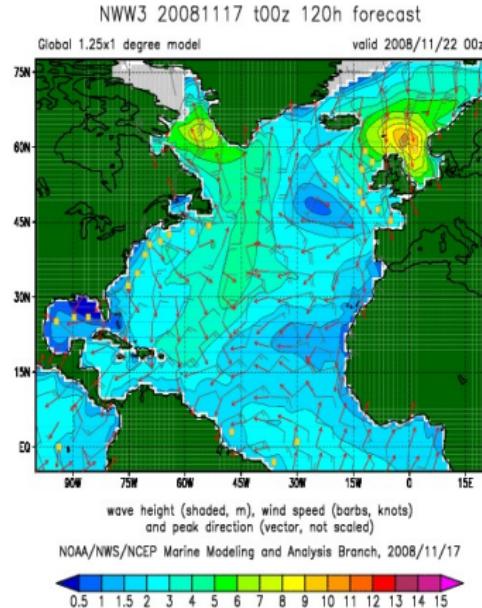
$$\begin{cases} \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} - \nu \Delta \mathbf{u} + \nabla p = \mathbf{f}, \\ \nabla \cdot \mathbf{u} = 0. \end{cases}$$

Presión atmosférica

Velocidad del fluido

Análisis del modelo:

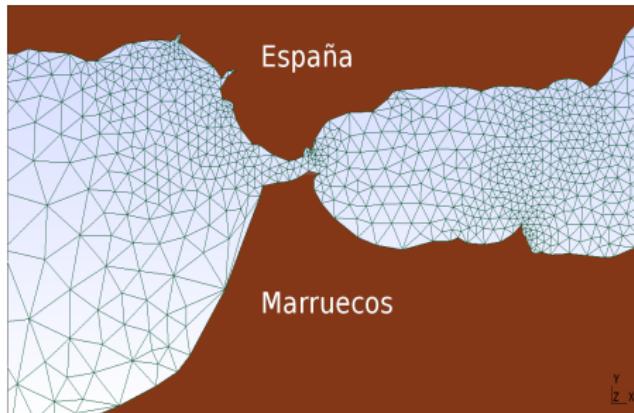
¿Existe solución? ¿Con qué características?



Aproximación numérica

Convertir un mundo de complejidad infinita en un modelo finito-dimensional

- Aproximación del dominio de cálculo (triangulación)
- Mejor cuanto más grande sea el número de triángulos!!
- Resolución de enormes sistemas de ecuaciones (incógnitas en cada vértice)



Cientos de miles de incógnitas no linealidad un mundo 3D ¡supercomputación!

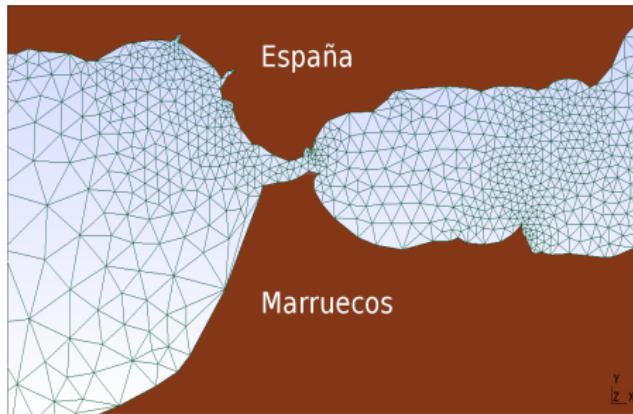
..... no linealidad un mundo 3D ¡supercomputación!

..... no linealidad un mundo 3D ¡supercomputación!

Aproximación numérica

Convertir un mundo de complejidad infinita en un modelo finito-dimensional

- Aproximación del dominio de cálculo (triangulación)
- Mejor cuanto más grande sea el número de triángulos!!
- Resolución de enormes sistemas de ecuaciones (incógnitas en cada vértice)



Cientos de miles de incógnitas

..... no linealidad

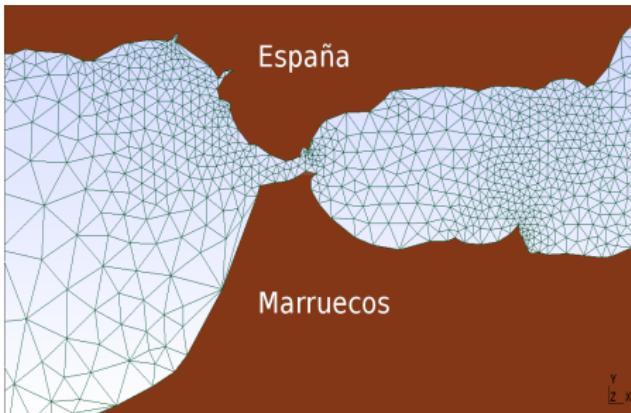
..... un mundo 3D

..... ¡supercomputación!

Aproximación numérica

Convertir un mundo de complejidad infinita en un modelo finito-dimensional

- Aproximación del dominio de cálculo (triangulación)
- Mejor cuanto más grande sea el número de triángulos!!
- Resolución de enormes sistemas de ecuaciones (incógnitas en cada vértice)



Cientos de miles de incógnitas

..... no linealidad

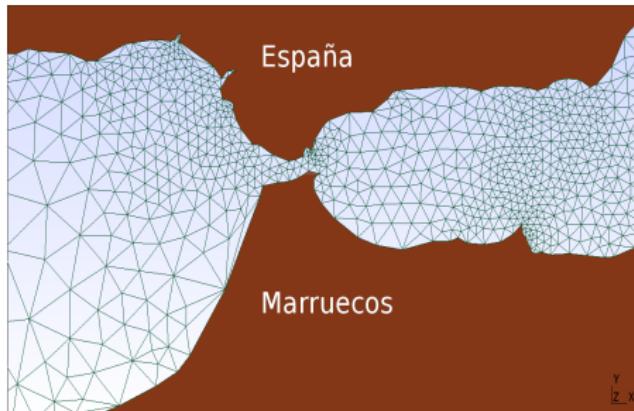
..... un mundo 3D

..... ¡supercomputación!

Aproximación numérica

Convertir un mundo de complejidad infinita en un modelo finito-dimensional

- Aproximación del dominio de cálculo (triangulación)
- Mejor cuanto más grande sea el número de triángulos!!
- Resolución de enormes sistemas de ecuaciones (incógnitas en cada vértice)



Cientos de miles de incógnitas

..... no linealidad un mundo 3D

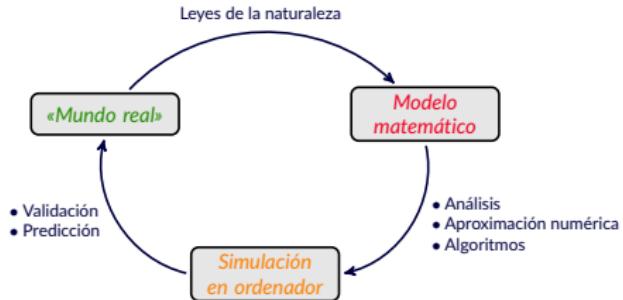
..... ¡supercomputación!

Modelo 3D de flujo de corriente en el estrecho

Vídeo: gibraltar-tubes-3d-30s.mp4

Tsunamis

- Distintos fenómenos requieren distintos modelos



- Los fenómenos de “tipo ondulatorio” (sonidos, tsunamis) requieren ecuaciones de distinta naturaleza (hiperbólicas)
- Un nuevo modelo (ecuaciones de aguas poco profundas)
- Utilizado para estudiar tsunamis anteriores o predecir futuros efectos
- Vídeo...

Tsunami frente al cabo de San Vicente

Vídeo: tsunami2.avi

Matemáticas en Ingeniería

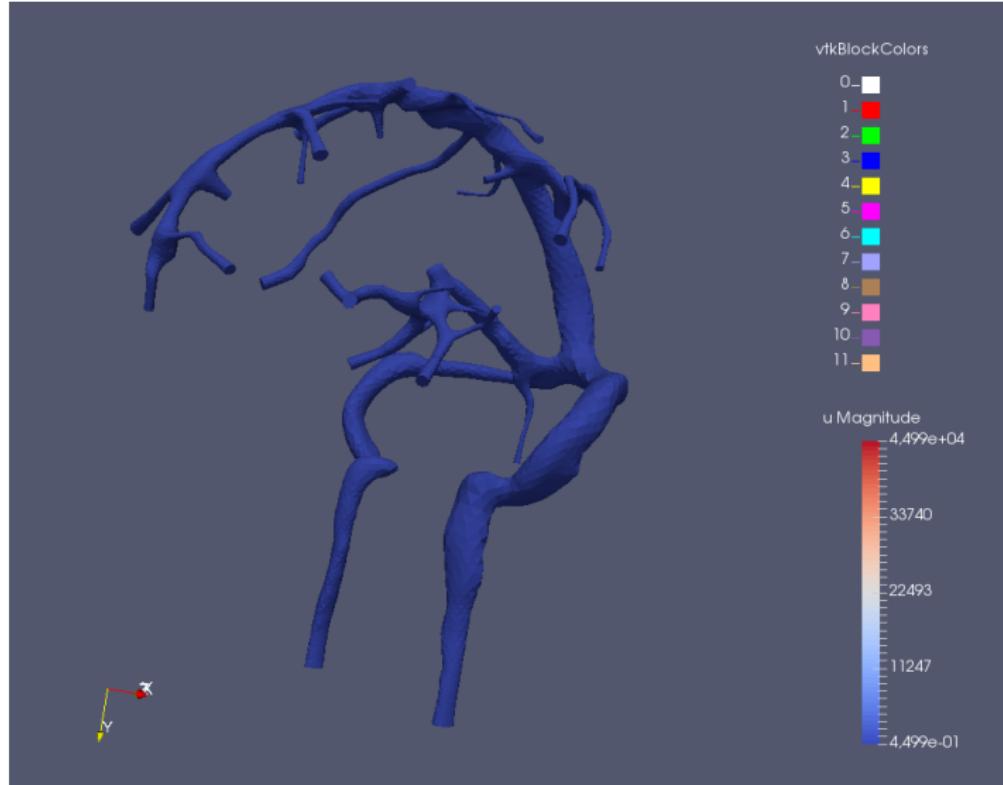


Vídeo: Cuerpo circular sumergido, vórtices de Von Karman.

Vídeos del prof. A. Quarteroni

- Ingeniería naval: optimización en el diseño de la quilla de un barco
- Aerodinámica y Automóviles: diseño óptimo de coches **de Fórmula 1**
- Ingeniería areoespacial

Ciencias de la vida



Venas en el **cerebro humano**

Ciencias de la vida

Flujo de sangre (Vídeos de A. Quarteroni)

- «Las Matemáticas son nuestro **laboratorio inmaterial**»
- *Flujo de sangre* y deformación de la **arteria carótida**
- Diseño de *bypasses* o **puentes coronarios**
- Entender cómo funciona el **cerebro humano**

Oncología Matemática

- Laboratorio de Oncología Matemática, UCLM

«Mathematical Oncology intends to describe processes in oncology using the tools and systematization methods of mathematics. This includes mainly **mathematical model** building and techniques from applied mathematics: differential equations, numerical methods, optimization, etc.

The ultimate goals are to use that knowledge to **improve the current treatments of cancer** patients and to raise hypothesis that can be tested by clinicians and biologists. Thus unlike pure mathematics that is interested in the abstract objects in themselves we try to generate knowledge of direct applicability in Medicine.»

... y mucho más...

...utilizando el mismo tipo de modelos matemáticos...

...se pueden tratar fenómenos completamente diferentes...

- Matemáticas para la **economía**

Material divulgativo del prof. Carlos Vázquez Cendón:

- «*Las matemáticas son el lenguaje con el que se puede escribir con cierto rigor los modelos de la economía*»
- *¿Se pudo haber previsto la crisis con matemáticas?*

Análisis del riesgo financiero

- Matemáticas para videojuegos

- ...



En la vida diaria

*hay muchas más **matemáticas***

de lo que se podría pensar.

¡Gracias!

<https://github.com/rrgalvan/matematicas-mundo-real>

Imágenes utilizadas

- 1 Tropical Cyclone Debbie Make Landfall in Queensland. NASA, licencia CC-by.
- 2 King Boletes (*Boletus edulis*). Bernard Sprag, dominio público.
- 3 One World Trade Center_2016. Harvey Barrison, licencia CC-by-sa.
- 4 Sine and Cosine. MediaCommons, User:345Kai, dominio público.
- 5 Internet. Procsilas Moscas, licencia CC-by.
- 6 Google.Paul Downey, licencia CC-by.
- 7 Page Rank. Felipe Micaroni Lalli, licencia CC-by-sa.
- 8 Madrid 264 weather girl. David Holt, licencia CC-by-sa.
- 9 Isobaras. MediaCommons, User:Asierog, licencia CC-by-sa.
- 10 NOAA Wavewatch III 120-hour wind and wave forecast for the North Atlantic. Public domain.