

The Equation of Knowledge

From Bayes' Rule to a Unified Philosophy of Science

Lê Nguyễn Hoang

$$P[T|D] = \frac{P[D|T]P[T]}{P[D|T]P[T] + \sum_{A \neq T} P[D|A]P[A]}$$

 CRC Press
Taylor & Francis Group
A CHAPMAN & HALL BOOK

THE LANCET
Respiratory Medicine

Submit Article Log in

PERSONAL VIEW | VOLUME 9, ISSUE 2, P207-216, FEBRUARY 2021



Purchase

Clinical trials in critical care: can a Bayesian approach enhance clinical and scientific decision making?

Christopher J Yarnell, MD   • Darryl Abrams, MD • Matthew R Baldwin, MD • Prof Daniel Brodie, MD • Eddy Fan, MD • Prof Niall D Ferguson, MD • et al. [Show all authors](#) • [Show footnotes](#)

Published: November 20, 2020 • DOI: [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30471-9](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30471-9) •  Check for updates

Probability density

Ángel Martínez
Servicio de Medicina Interna
C.A.U.L.E.

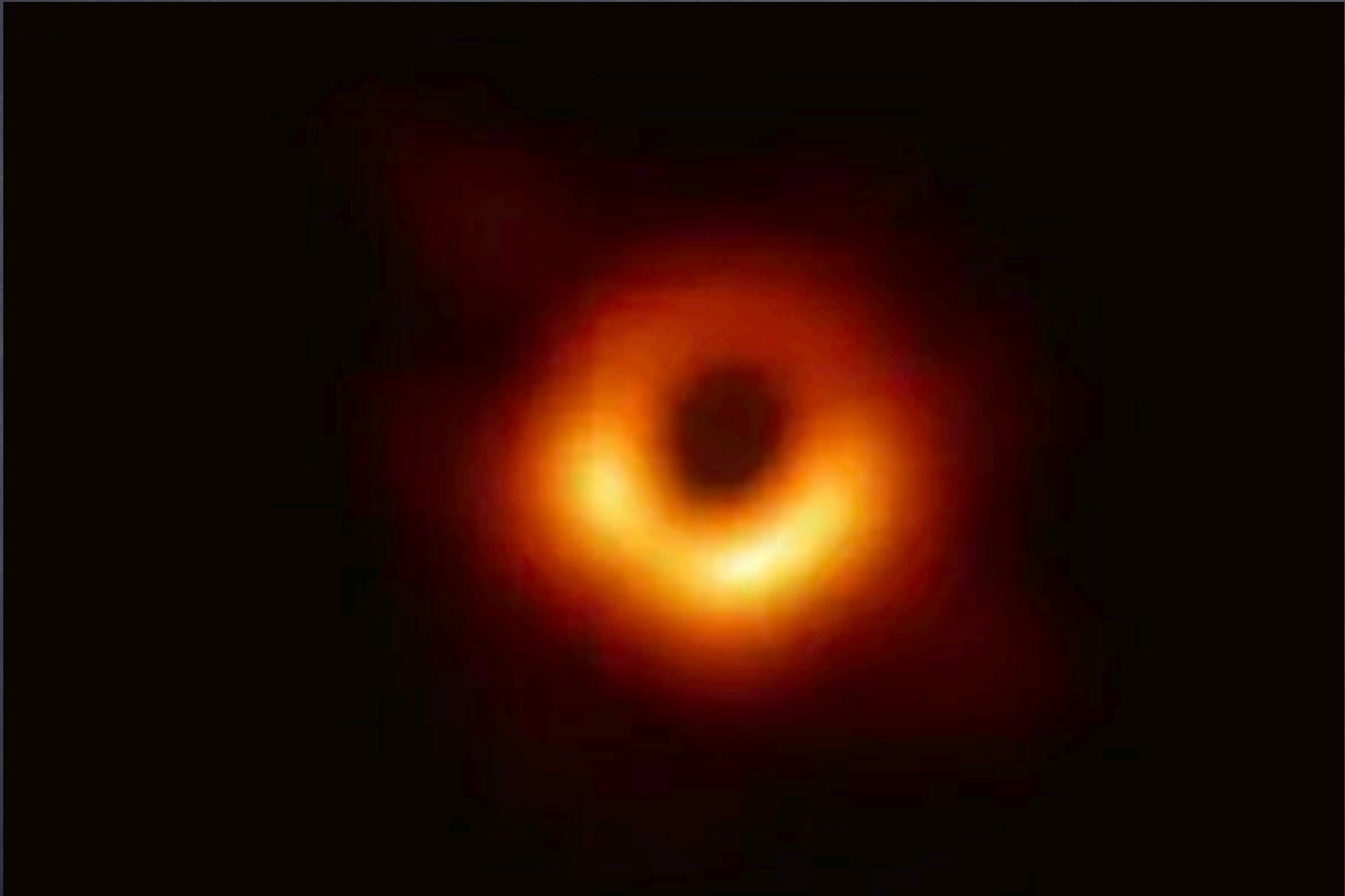


Se fue el último, o...
Pronto vendrá otro

Única certeza: en la ciudad hay taxis

Explorar el mundo Hacer conjeturas Revisarlas según las observaciones

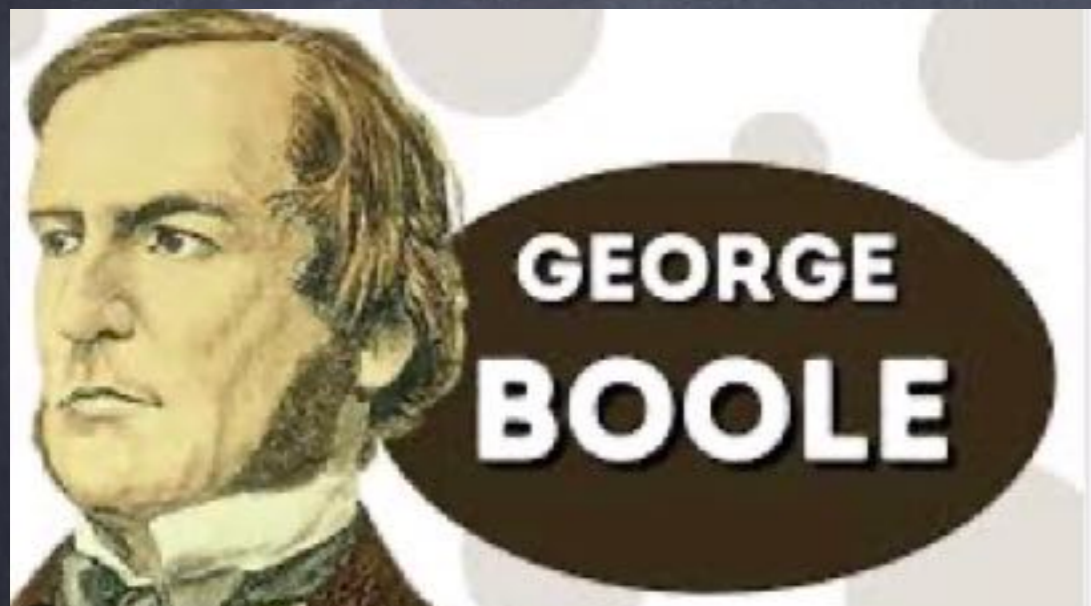




Stanford 2019

Razonamiento deductivo: Lógica

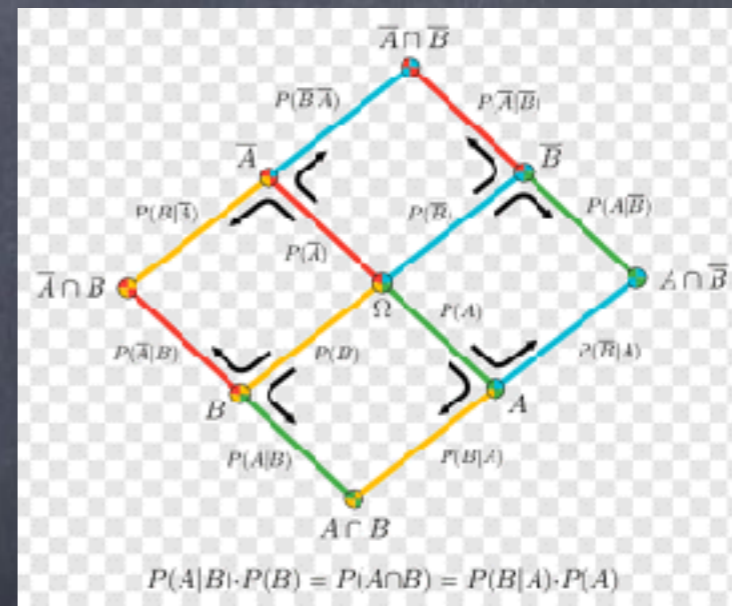
Deriva conclusiones
de unas premisas o
hipótesis



Verdadero o falso

Razonamiento inductivo

Imagina las
hipótesis a la luz de
los datos
Ciencia



Física y
computación
compleja

¿Es posible asociar un valor numérico a una probabilidad?



“Todos los cuervos son negros”



Cada observación de
un cuervo negro
aumenta la P
(Reichenbach)

Solo concluye que la
hipótesis es
consistente con las
observaciones
(Laplace)

Enfoque Bayesiano:

El conocimiento se expresa
como probabilístico

Nada es seguro.

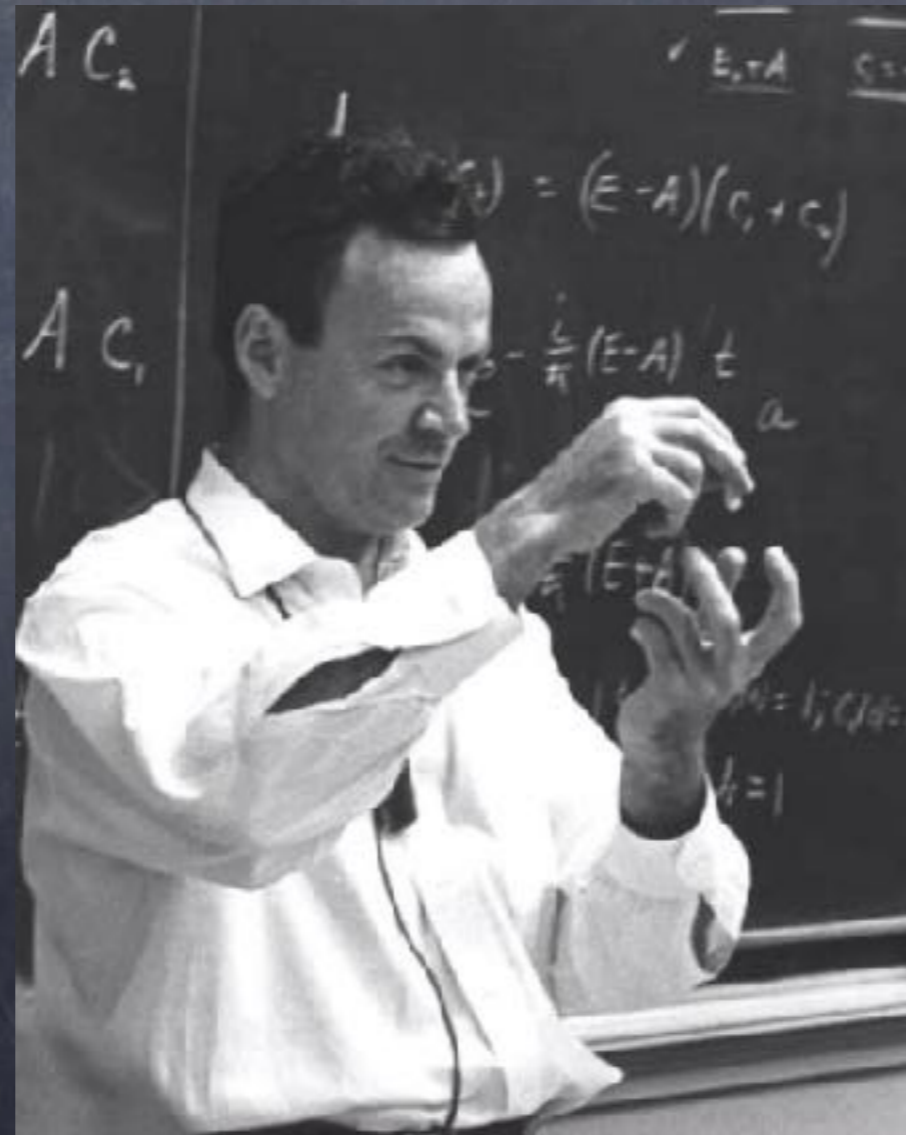
Todo es cuestión de creencia



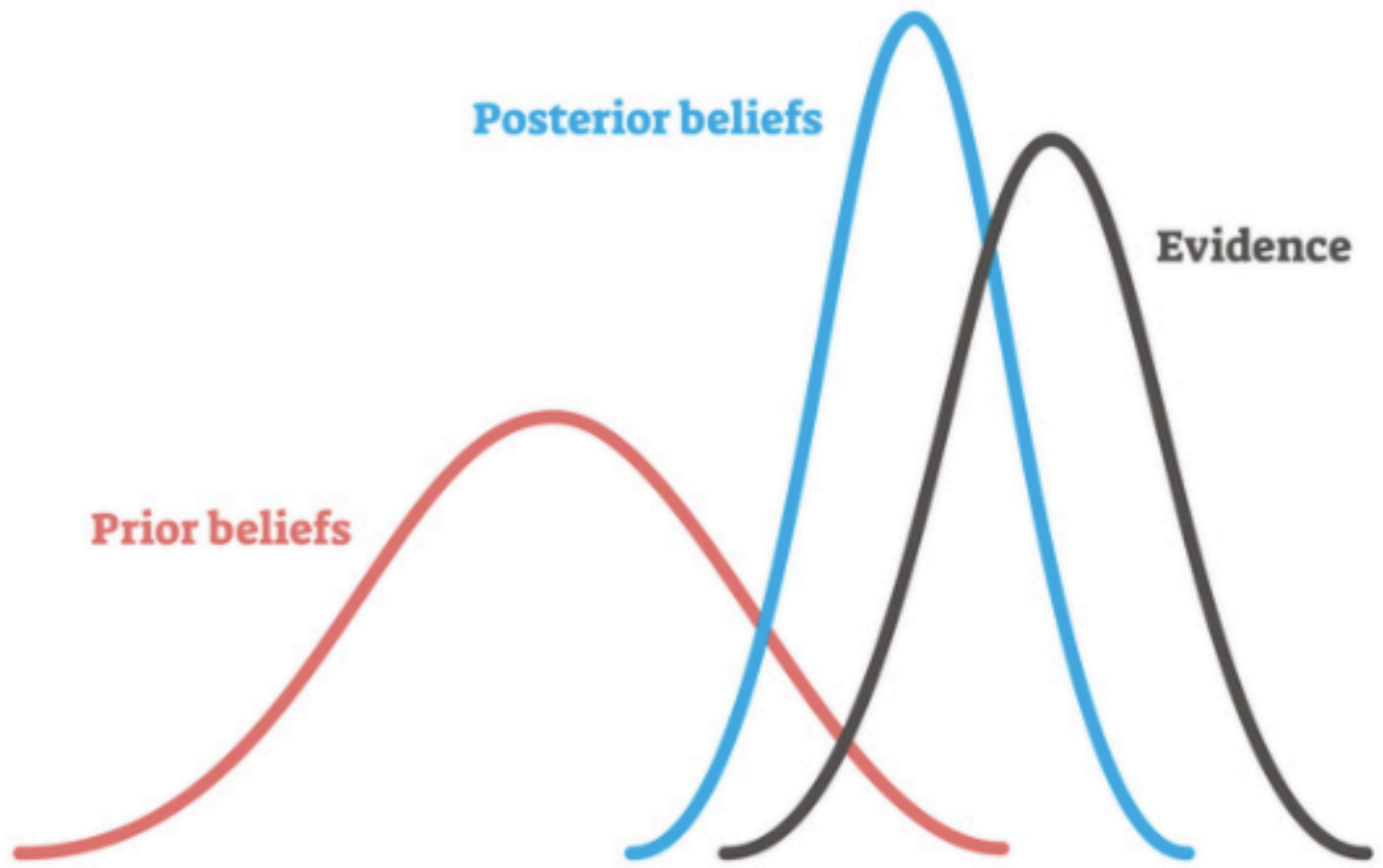
Actualizar las creencias cuando
aparecen nuevos datos.

Cualquier teoría o realidad es ficción o
poesía.

Todos los modelos están equivocados. Son
útiles por un tiempo.



La estadística bayesiana, al contrario que la estadística frecuentista que se fundamenta en la idea de cuantificar la probabilidad de un suceso a partir de la frecuencia relativa de aparición, parte de la noción de que la probabilidad representa el grado de creencia que otorgamos al suceso en cuestión



Prior beliefs

Posterior beliefs

Evidence

El análisis bayesiano como piedra angular de la inteligencia de alertas estratégicas

JUAN PABLO SOMIEDO

Universidad Autónoma de Madrid, España

Aunque la ecuación del Teorema de Bayes es relativamente sencilla, sus resultados no son nada intuitivos porque juega con probabilidades condicionadas. Para una buena parte de los analistas, el Teorema de Bayes es difícil de aprender y aplicar. Y esto también incluye a los superiores que, frecuentemente, no terminan de creerse los resultados porque, al ser tan poco intuitivos, simplemente parecen equivocados



Probabilidad inversa



$$P(\text{👩}/\text{embarazo})=1$$



$$P(\text{embarazo}/\text{👩})=0,02$$

Bayes encontró una relación entre estas dos probabilidades,

Un hombre tiene 2 hijos.

Al menos uno es chico.

¿Cuál es la probabilidad de que el otro sea chico también?





$$P=1/3$$

Sally Clark 1994



Don't kill my ba

or Sally
of one
s any
the
aks.

she has her...
other...
kind of...
before...
the...
and...
the...
It...
look...
she...
one...
con...
There...
prog...
hope...
if...
could...
What...
my...
com...
One...
the...
My...
can...
not...
right...
End...
went...
the...
back...
He...
only...
attempts...

**When he dies
part of me di**

$$P(\text{muerte súbita})=1/8543$$

$$P(\text{muerte A}). P(\text{muerte B})=1/8543.1/1583$$

$$=1/73.000.000$$



SALFORD ADVERTISER THURSDAY JUNE 13, 2002

SALFORD UNI MAN SAYS SALLY CLARK CONVICTION MAY BE WRONG

Maths professor challenges double baby murder case

A SALFORD University Maths professor will challenge evidence used to convict a solicitor of murdering her two baby sons at a conference on cot-deaths next week.

Prof Ray Hill, from Eccles, head of the university's Applied and Discrete Mathematics Research Unit said statistical evidence used to convict Sally Clark, from Wilmslow, in October 2000, was not only quoted out of context and wrong! They took an estimated figure for the likelihood of one cot death and then just squared it to get this one-in-73 million chance. That's not allowed unless you're sure the events are independent. A bookie wouldn't give you those odds."

He has now studied the Confidential Enquiry into Stillbirths and Deaths in Infancy (CESDI) report, which gives detailed figures on the number of deaths from 1993-1996.

national newspapers and is working with Sally Clark's defence team on the campaign to free her.

He will present his full criticism of the evidence at a Developmental Physiology Conference on cot deaths organised by Leicester University on June 28.

The Criminal Cases Review Commission has been looking at the case and is expected to report within the next few weeks. With their report imminent, Sally Clark's defence team and family do

A small, square portrait of a man, likely Prof Ray Hill, from a newspaper clipping. He is wearing a light-colored shirt and a dark tie.

Ejemplo: Test de Ébola

$$P(\text{virus} / +) = \frac{P(+ / \text{virus}) \cdot P(\text{virus})}{P(+)}$$

$$P(\text{virus} / \text{---}) = \frac{P(+ / \text{virus}) \cdot P(\text{virus})}{P(+)}$$

Base rate (p pretest)



$$P(\text{virus}/+) =$$

$$P(+/\text{virus}) \cdot P(\text{virus})$$

$$P(+)$$

El marginal
Suma de los falsos y
verdaderos +

Al rescate de Sally Clark

$$P(\text{😊/💀}) = \frac{P(\text{💀/😊}) \cdot P(\text{😊})}{P(\text{💀})}$$

$$((1/70.000.000) \cdot 1) / ((1/70.000.000) \cdot 1 + 1 \cdot 1/500.000.000)$$

$$P(\text{💀}) = P(\text{💀/😊}) \cdot P(\text{😊}) + P(\text{💀/😡}) \cdot P(\text{😡})$$

P=0,88

Mujer 40 años asintomática...Mamografía?

Identifica el 80% de los tumores
Falsos positivos 10%

Prevalencia en mujeres de 40 años

$$P(\text{🦀}) = 40/10000$$

32 de 40 mujeres con cáncer test +

$$P(+/\text{🦀}) = 32/10000$$

Probabilidad de dar un positivo en mamografía (nejm)



$$P(+/\text{🦀}) = 32/10000$$

$$P(+/\text{🎉}) = 996/10000$$

Y luego...?

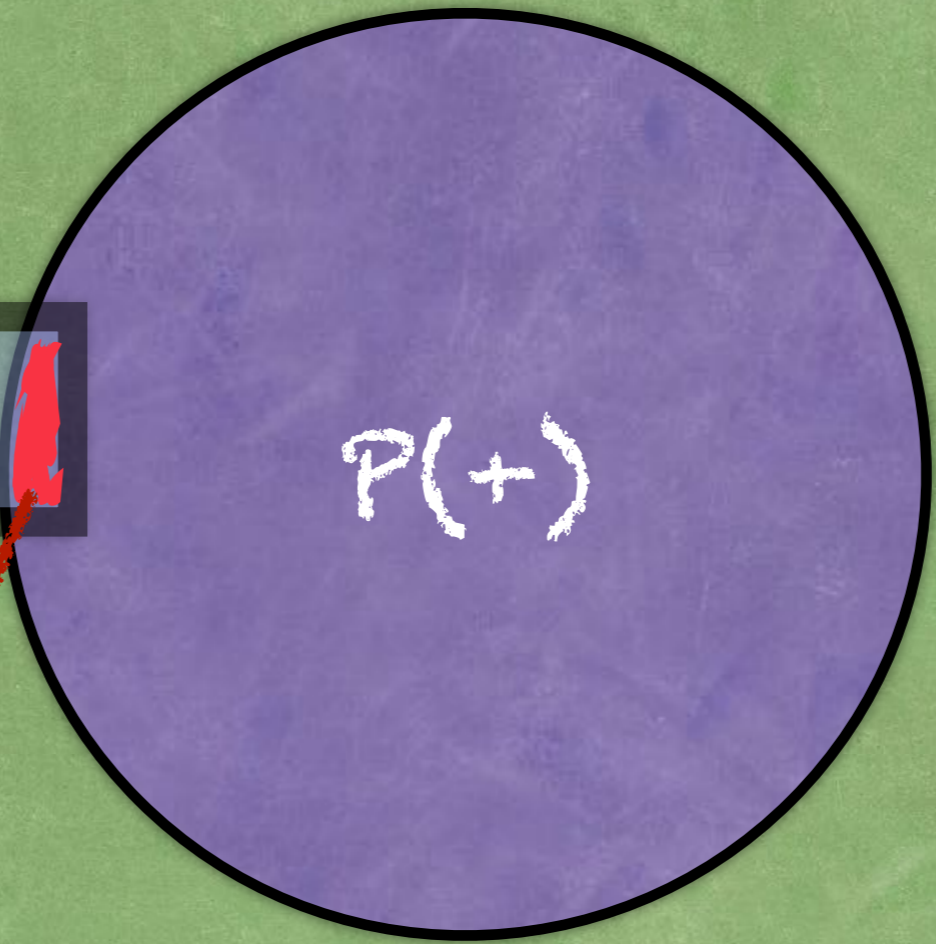
$$P(\text{🦀}/+) = \frac{P(+/\text{🦀}) \cdot P(\text{🦀})}{P(+)}$$

$$P=0,03$$

La probabilidad de que
una mujer con
mamografía positiva
tenga cáncer es del 3%

97% de estar
sana...

$$P(\text{🦀}) = 40/10000$$

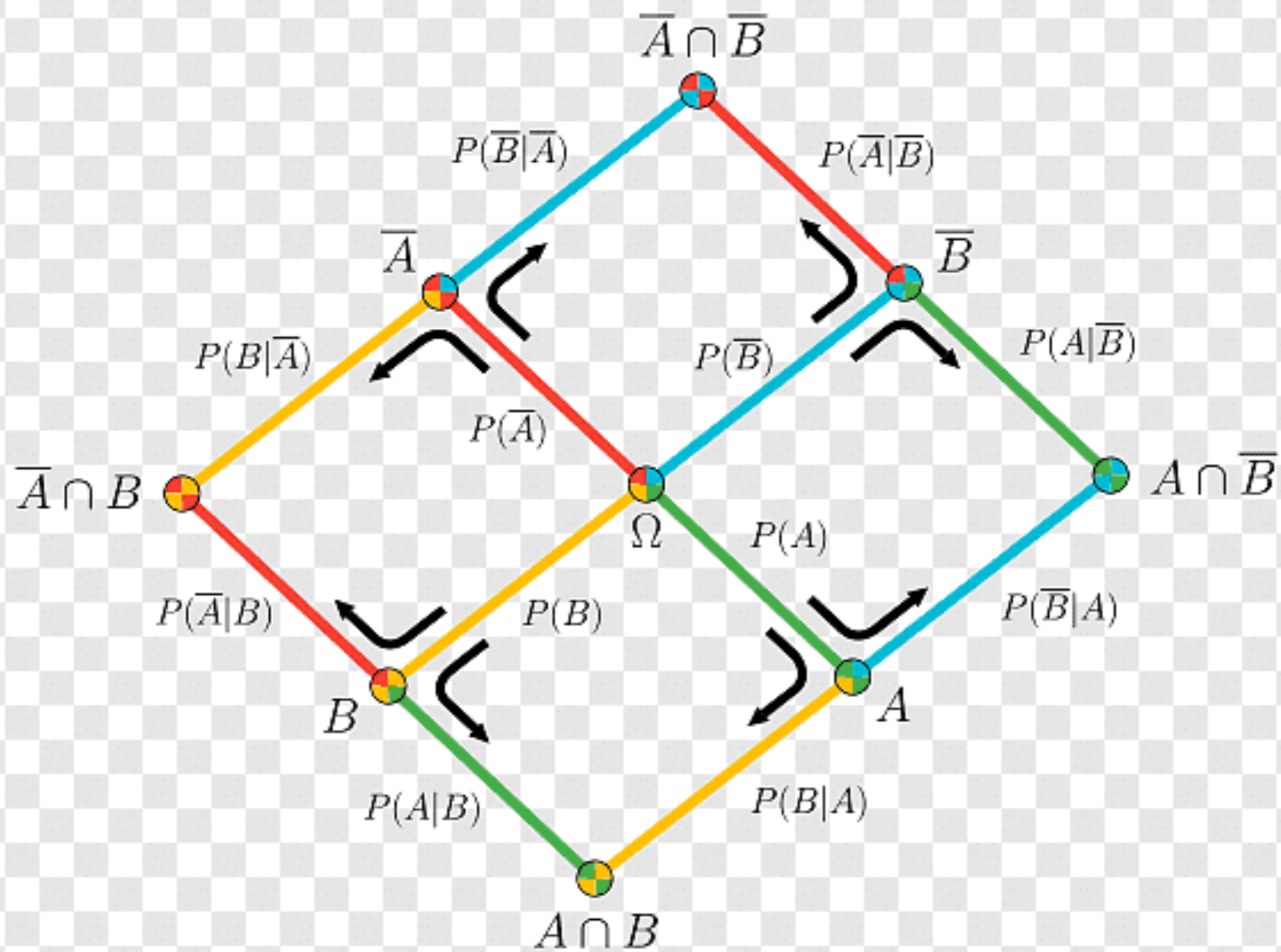


$P(+)$

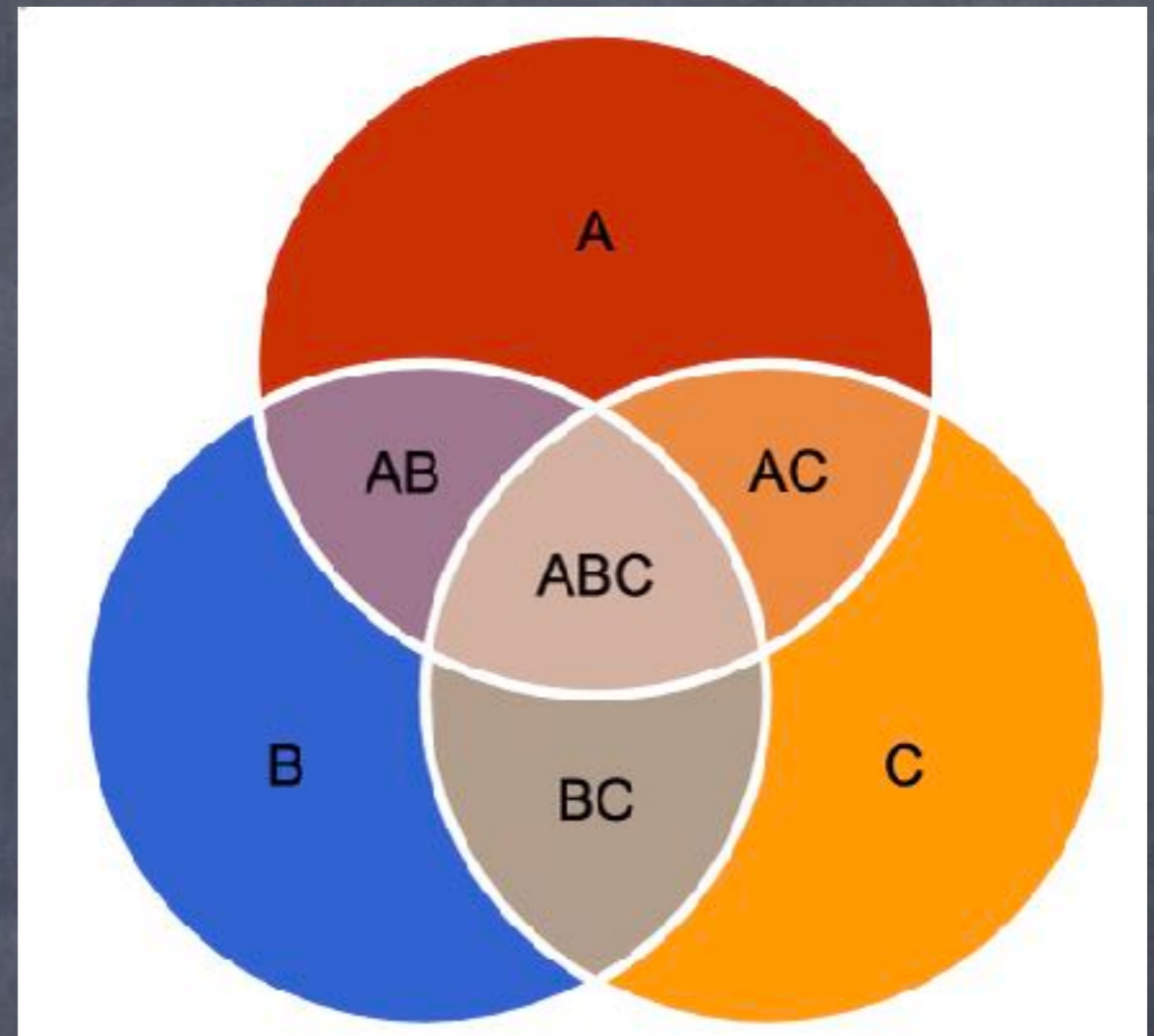
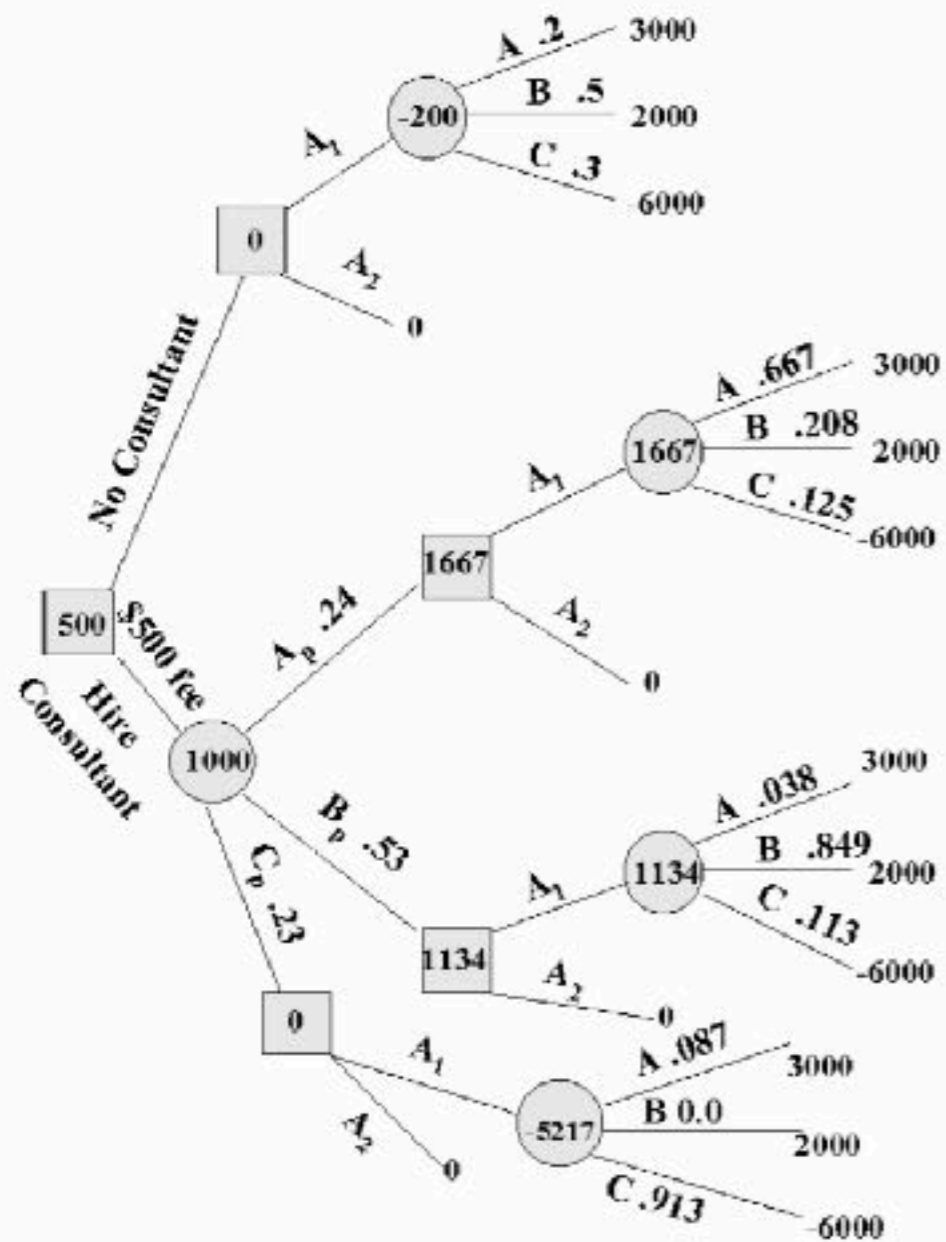
$$P(\text{🦀} / +) / p(+)$$

¿Qué probabilidad quiero
conocer?

¿Qué creencia estoy
cuestionando?



$$P(A|B) \cdot P(B) = P(A \cap B) = P(B|A) \cdot P(A)$$



$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \cdot P(A)}{P(B)}$$

CREENCIA INICIAL + NUEVAS PRUEBAS=CREENCIA NUEVA ACTUALIZADA

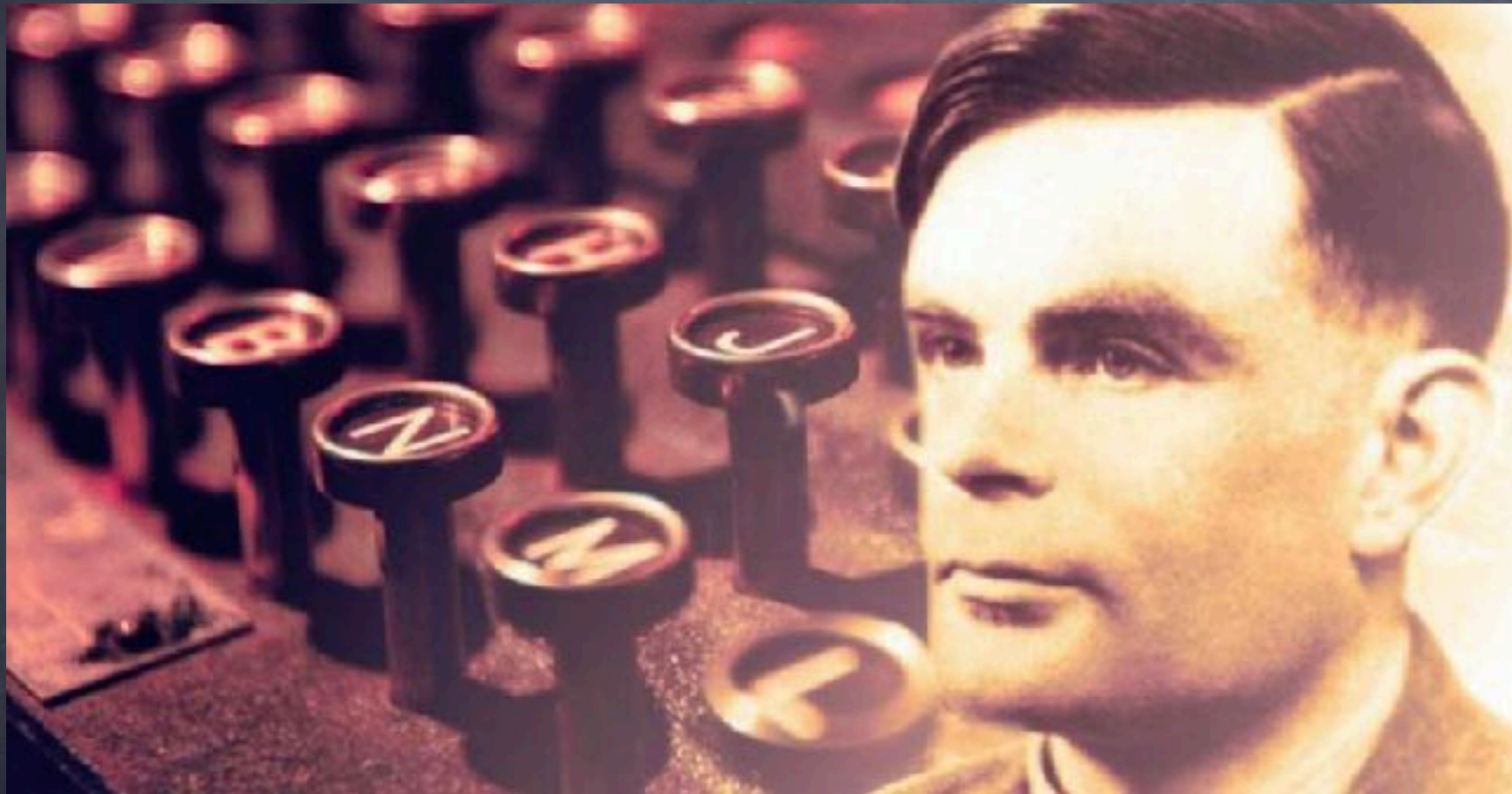


1740



1814

Desde Turing hasta los 80 clasificada MCMC



**Modelo Montecarlo análisis
Markov**

U. S. COAST GUARD ADDENDUM

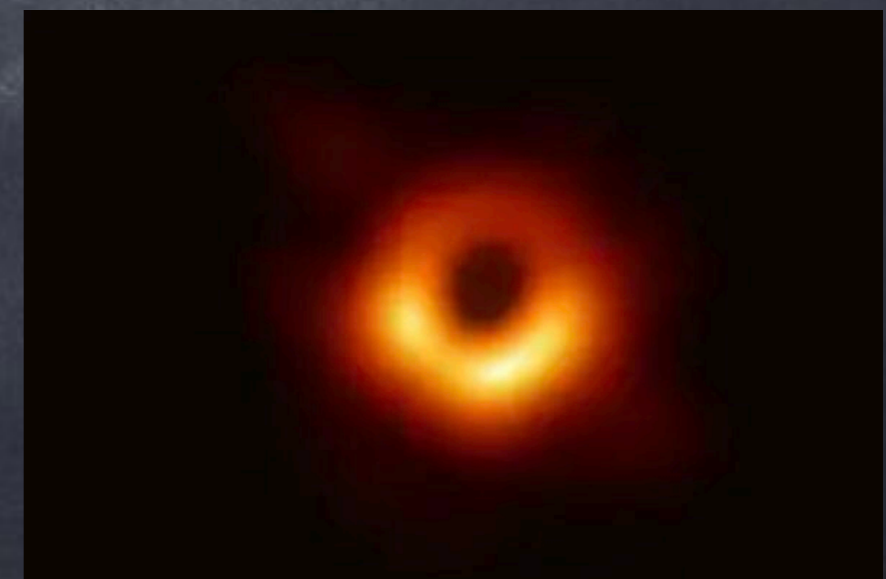
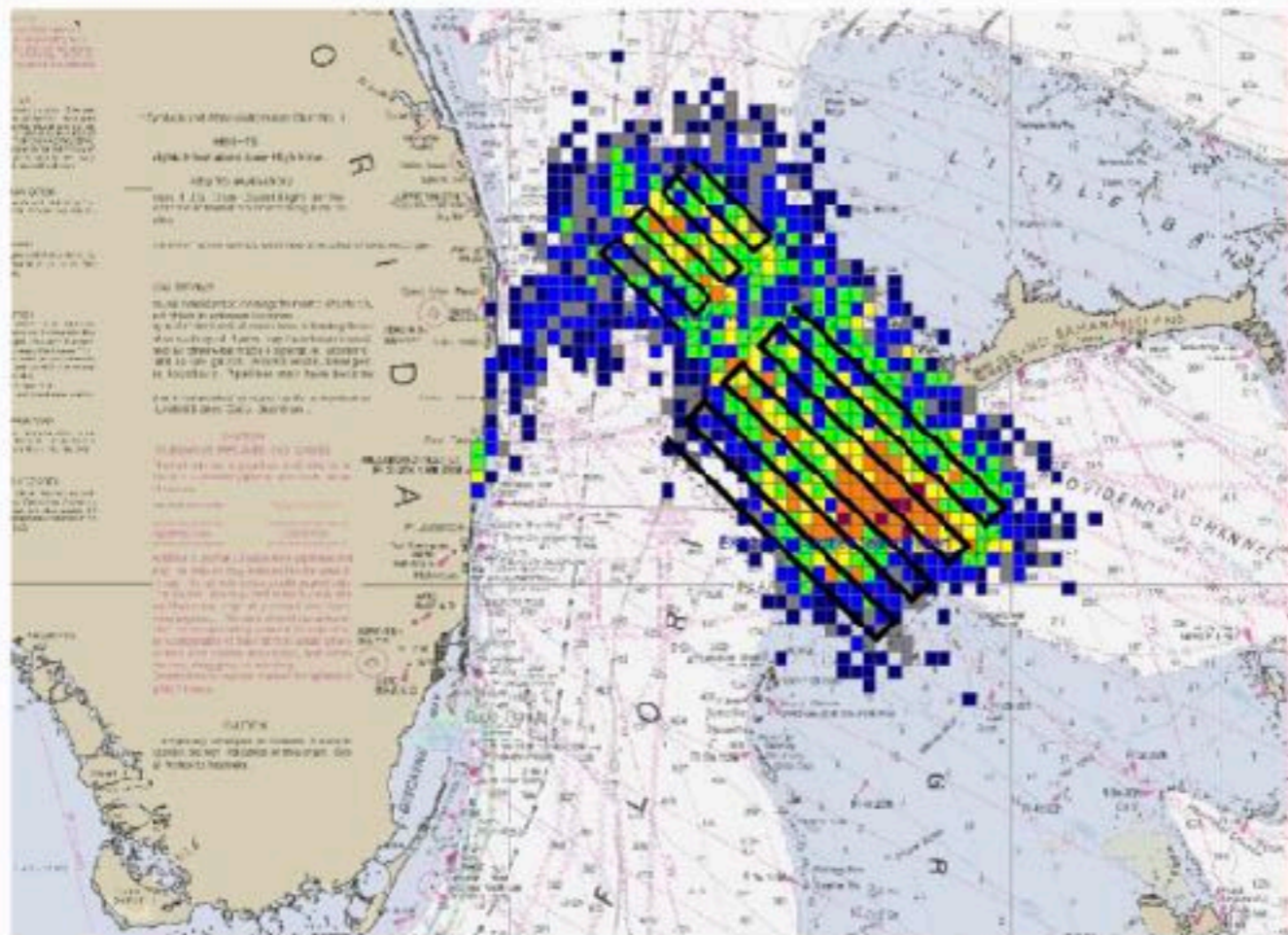
TO THE

UNITED STATES

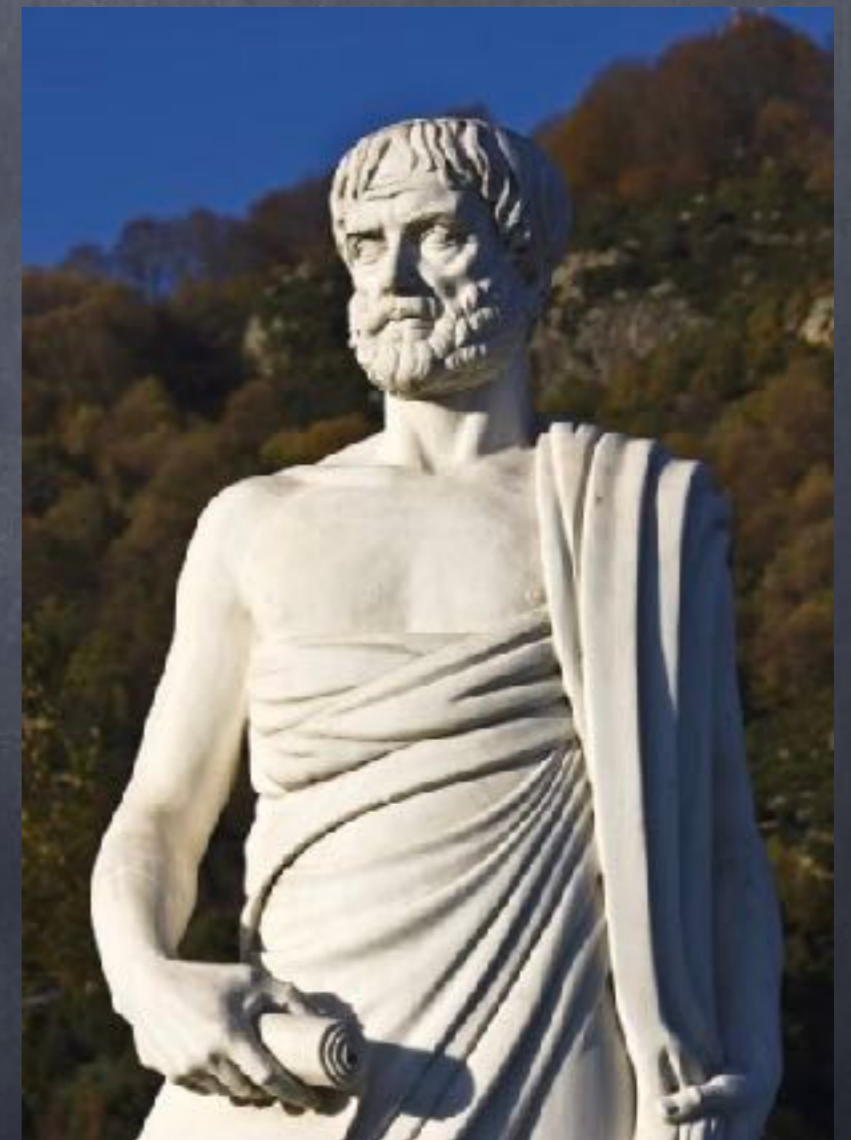
NATIONAL SEARCH AND RESCUE SUPPLEMENT (NSS)

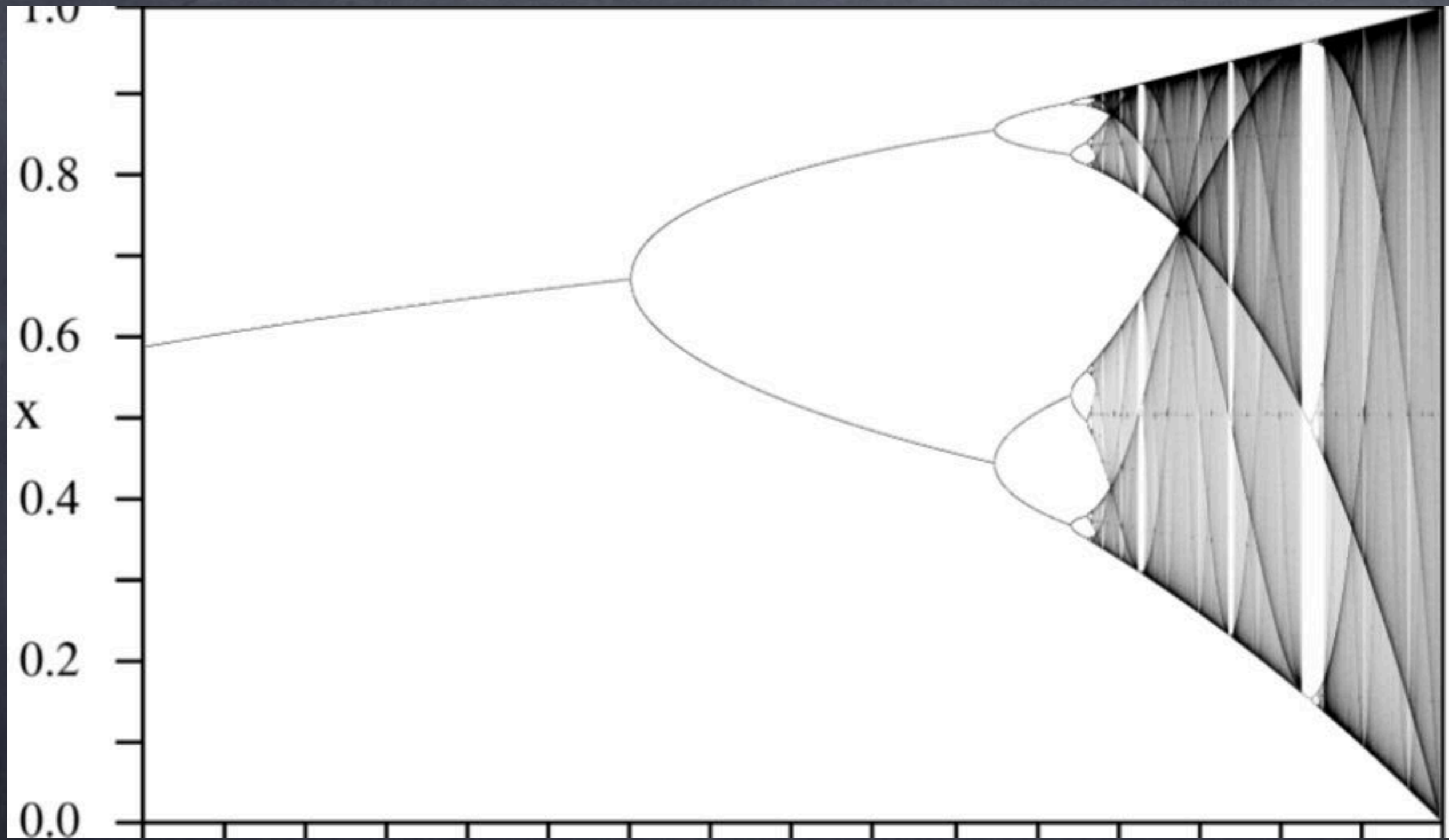
To The

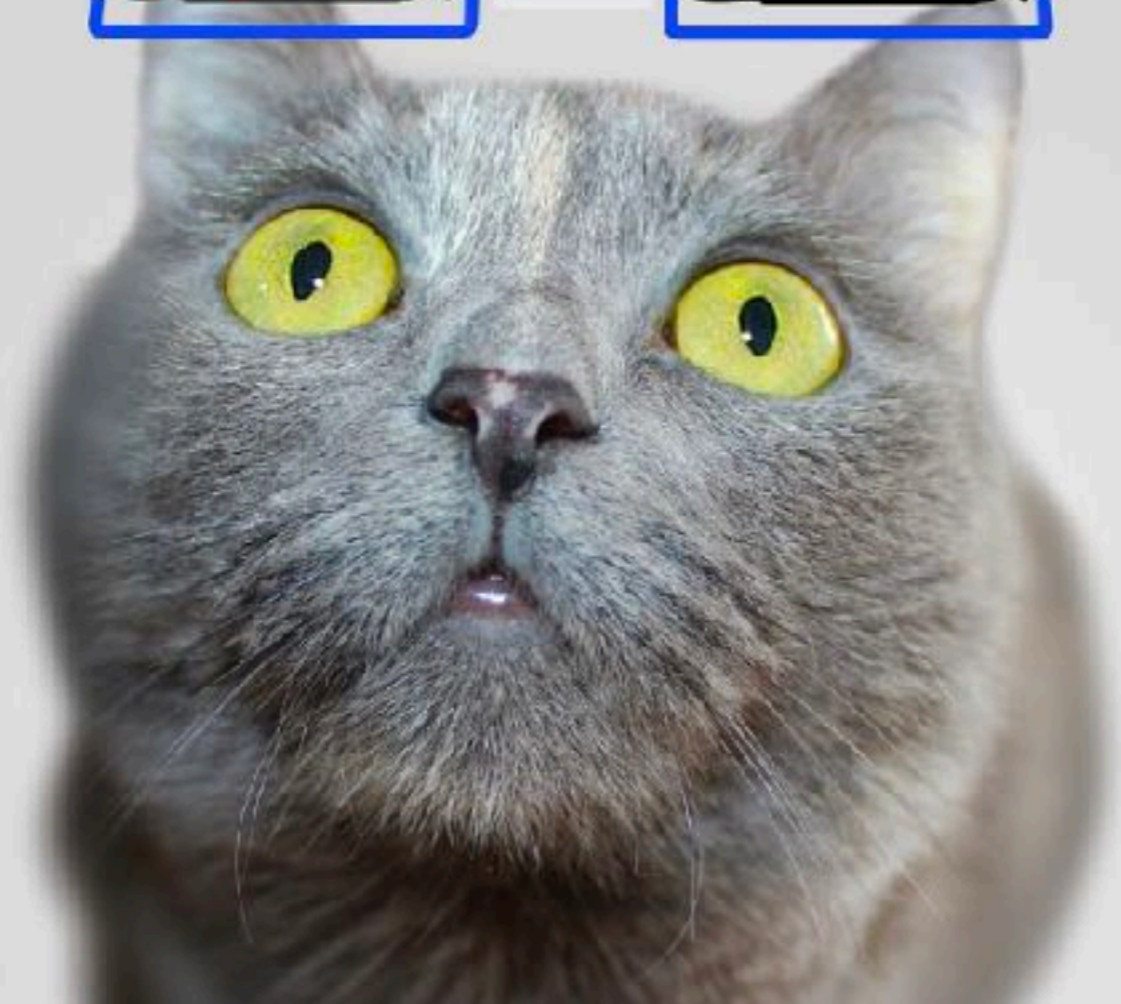
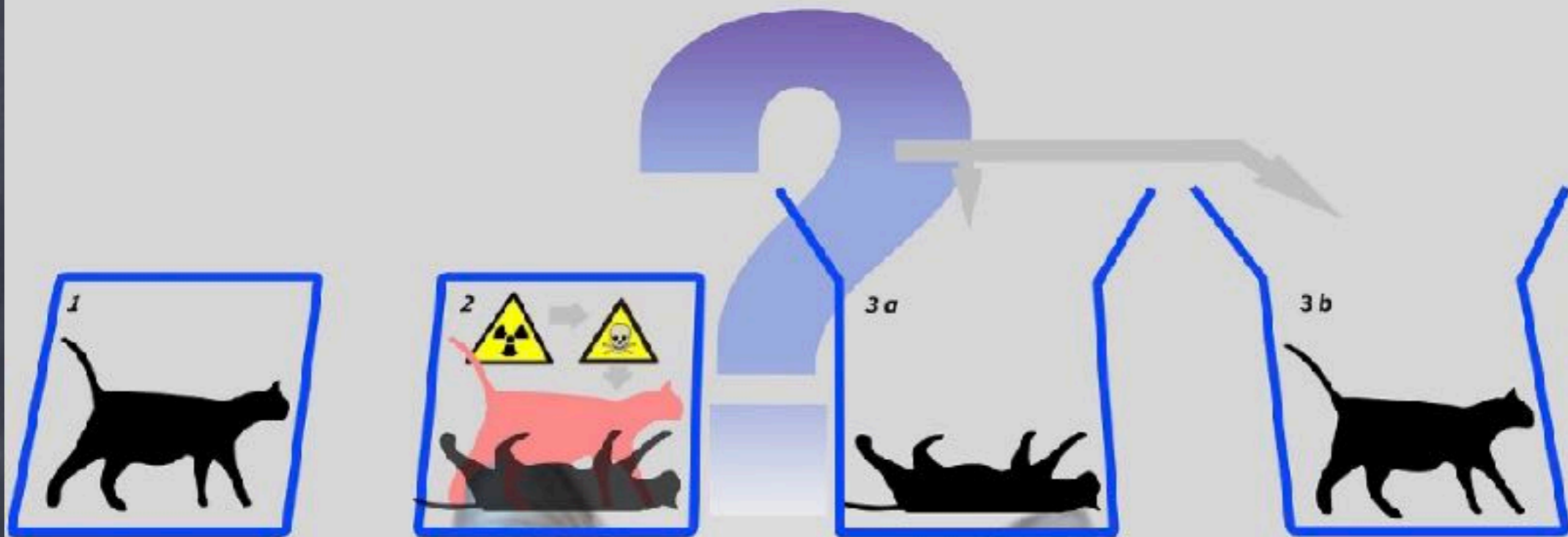
International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual
(IAMSAR)



Simply los hechos
ocurren
Antes y después: asimetría
del suceso

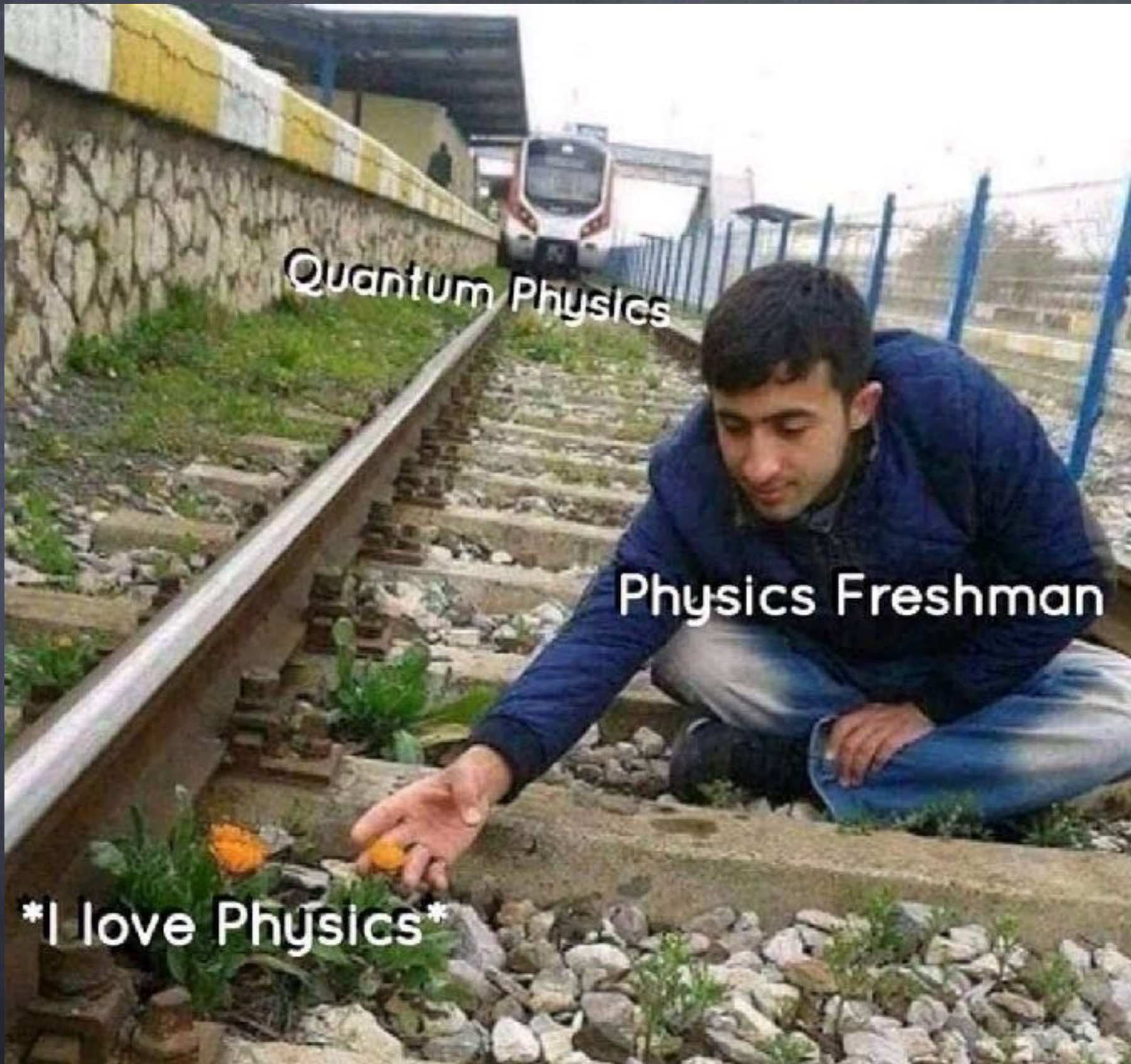






Proceso diagnóstico: una serie consecutiva de experimentos mentales que modifican nuestras creencias (probabilidades)

Hay leyes y contingencias



Quantum Physics

Physics Freshman

I love Physics