



La función de costo epistémica - evolutiva

Bayes 25

Apuestas óptimas.

Ventajas a favor de la:
Apuesta óptima (propiedad epistémica)

Diversificación (propiedad evolutiva)

Cooperación (propiedad de especiación)

Especialización (propiedad ecológica)

Heterogeneidad

Las funciones de costo

Teoría de juegos y de utilidad esperada

John von Neumann 1944

Theory of games and economic behavior

Las funciones de costo

Teoría de juegos y de utilidad esperada

John von Neumann 1944

Theory of games and economic behavior

Dadas unas preferencias, se puede derivar una función de utilidad tal que un
“agente racional” siempre elegirá la opción que maximice el valor esperado

Las funciones de costo

Teoría de juegos y de utilidad esperada

John von Neumann 1944
Theory of games and economic behavior

Dilema del prisionero

Focal \ Otro	C	D
C	$v - c$	-c
D	v	0

C: Cooperar
D: Desertar

v: Ventaja
c: Costo

Las funciones de costo

Teoría de juegos y de utilidad esperada

John von Neumann 1944

Theory of games and economic behavior

- Promotor de la guerra “preventiva” mediante bombas atómicas

Las funciones de costo

Teoría de juegos y de utilidad esperada

John von Neumann 1944

Theory of games and economic behavior

- Promotor de la guerra “preventiva” mediante bombas atómicas
- Realizó los cálculos para el lanzamiento de las bombas en Japón

Las funciones de costo

Teoría de juegos y de utilidad esperada

John von Neumann 1944

Theory of games and economic behavior

- Promotor de la guerra “preventiva” mediante bombas atómicas
- Realizó los cálculos para el lanzamiento de las bombas en Japón
- A diferencia de otros, von Neumann nunca mostró arrepentimiento

Las funciones de costo

Teoría de juegos y de utilidad esperada

John von Neumann 1944

Theory of games and economic behavior

- Promotor de la guerra “preventiva” mediante bombas atómicas
- Realizó los cálculos para el lanzamiento de las bombas en Japón
- A diferencia de otros, von Neumann nunca mostró arrepentimiento

9 mayo 1945. Lo Nazis firman la rendición.

Las funciones de costo

Teoría de juegos y de utilidad esperada

John von Neumann 1944

Theory of games and economic behavior

- Promotor de la guerra “preventiva” mediante bombas atómicas
- Realizó los cálculos para el lanzamiento de las bombas en Japón
- A diferencia de otros, von Neumann nunca mostró arrepentimiento

9 mayo 1945. Los Nazis firman la rendición.

26 junio 1945. Se firma la carta de la ONU (alternativa a la guerra “preventiva”)

Las funciones de costo

Teoría de juegos y de utilidad esperada

John von Neumann 1944

Theory of games and economic behavior

- Promotor de la guerra “preventiva” mediante bombas atómicas
- Realizó los cálculos para el lanzamiento de las bombas en Japón
- A diferencia de otros, von Neumann nunca mostró arrepentimiento

9 mayo 1945. Los Nazis firman la rendición.

26 junio 1945. Se firma la carta de la ONU (alternativa a la guerra “preventiva”)

6 y 9 agosto 1945. Bombas atómicas en Hiroshima y Nagasaki

Las funciones de costo

Teoría de juegos y de utilidad esperada

John von Neumann 1944

Theory of games and economic behavior

- Promotor de la guerra “preventiva” mediante bombas atómicas
- Realizó los cálculos para el lanzamiento de las bombas en Japón
- A diferencia de otros, von Neumann nunca mostró arrepentimiento

9 mayo 1945. Los Nazis firman la rendición.

26 junio 1945. Se firma la carta de la ONU (alternativa a la guerra “preventiva”)

6 y 9 agosto 1945. Bombas atómicas en Hiroshima y Nagasaki

3 septiembre 1945. China logra finalmente liberarse de la invasión japonesa

Las funciones de costo

Teoría de juegos y de utilidad esperada

John von Neumann 1944

Theory of games and economic behavior

- Promotor de la guerra “preventiva” mediante bombas atómicas
- Realizó los cálculos para el lanzamiento de las bombas en Japón
- A diferencia de otros, von Neumann nunca mostró arrepentimiento

9 mayo 1945. Lo Nazis firman la rendición.

26 junio 1945. Se firma la carta de la ONU (alternativa a la guerra “preventiva”)

6 y 9 agosto 1945. Bombas atómicas en Hiroshima y Nagasaki

3 septiembre 1945. China logra finalmente liberarse de la invasión japonesa

von Neumann no tenía perspectiva historia

Edad
Media



THE WORLD
PACIFIC CENTER

1:20,000,000 Pacific Centered

Capital

City Town

International Frontier

Road

Railroad

Water Port

Administrative Division

Major River

Major Lake

Major City

Major Airport

Major Highway

Major Road

En 1546 los inmigrantes feudales encuentran la plata de Potosí

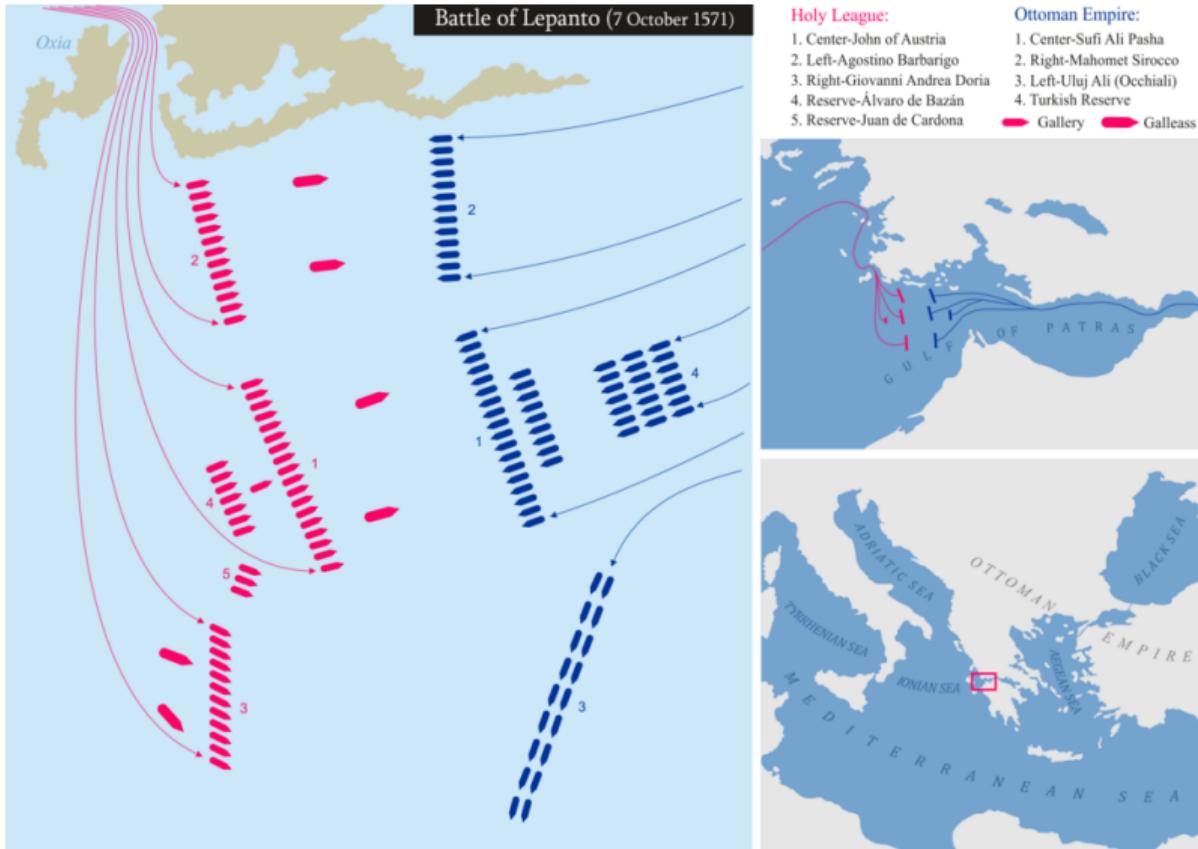


En 1546 los inmigrantes feudales encuentran la plata de Potosí

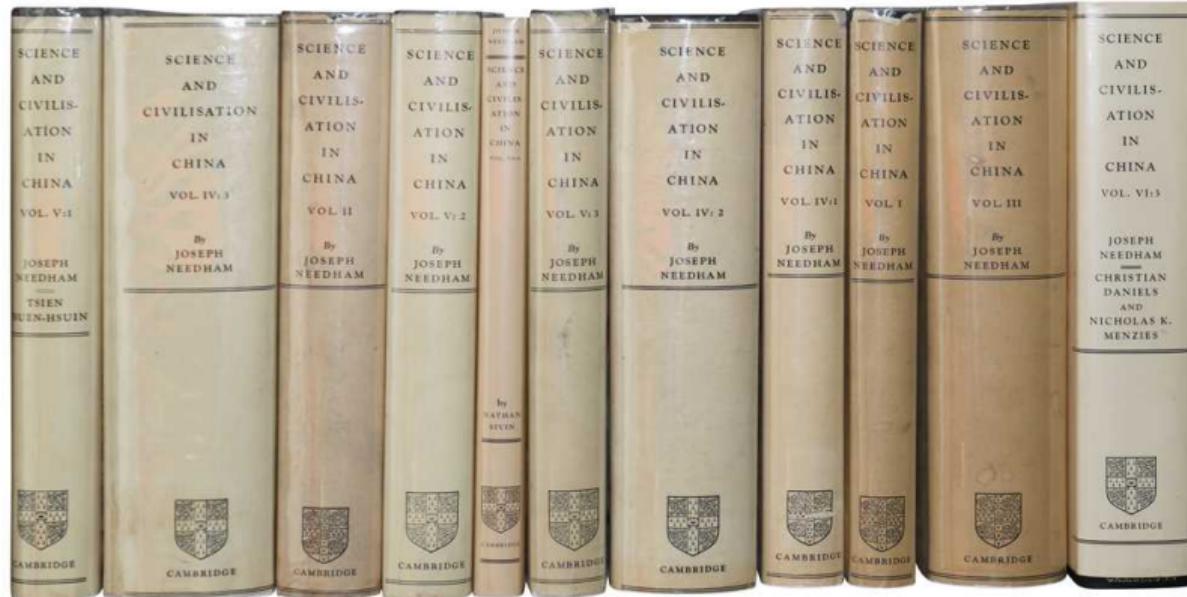


Moneda oficial en China 100 años antes, usada en todo el mundo Árabe

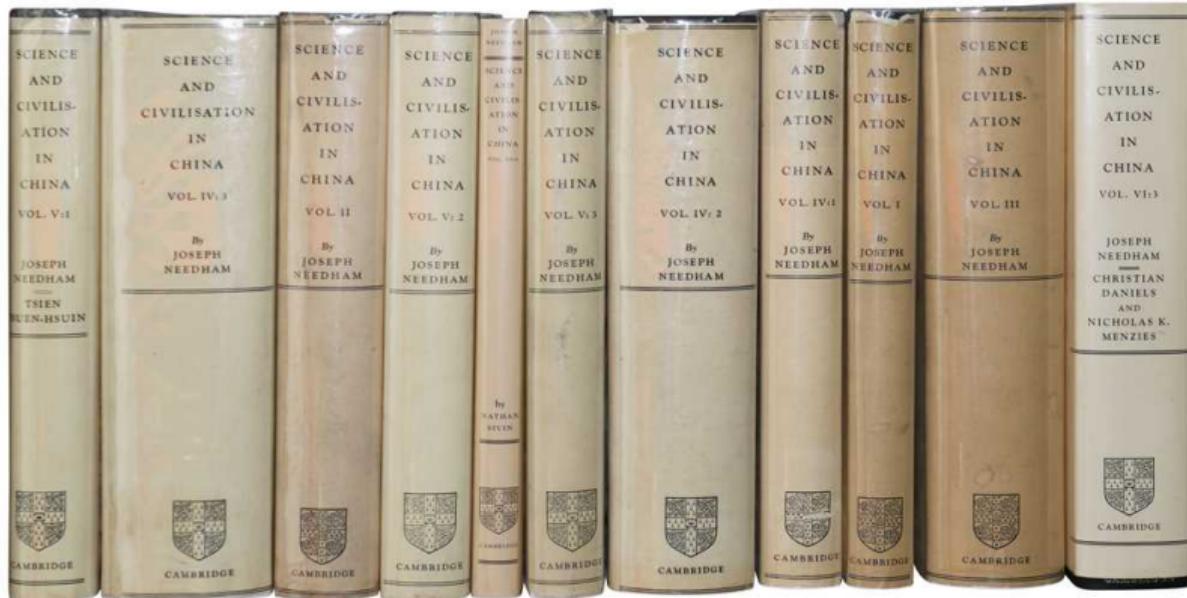
En 1571 (25 años después) navegan nuevamente el Mediterráneo



Durante 250 años Europa usó la plata americana para comprar tecnologías, especialmente en China

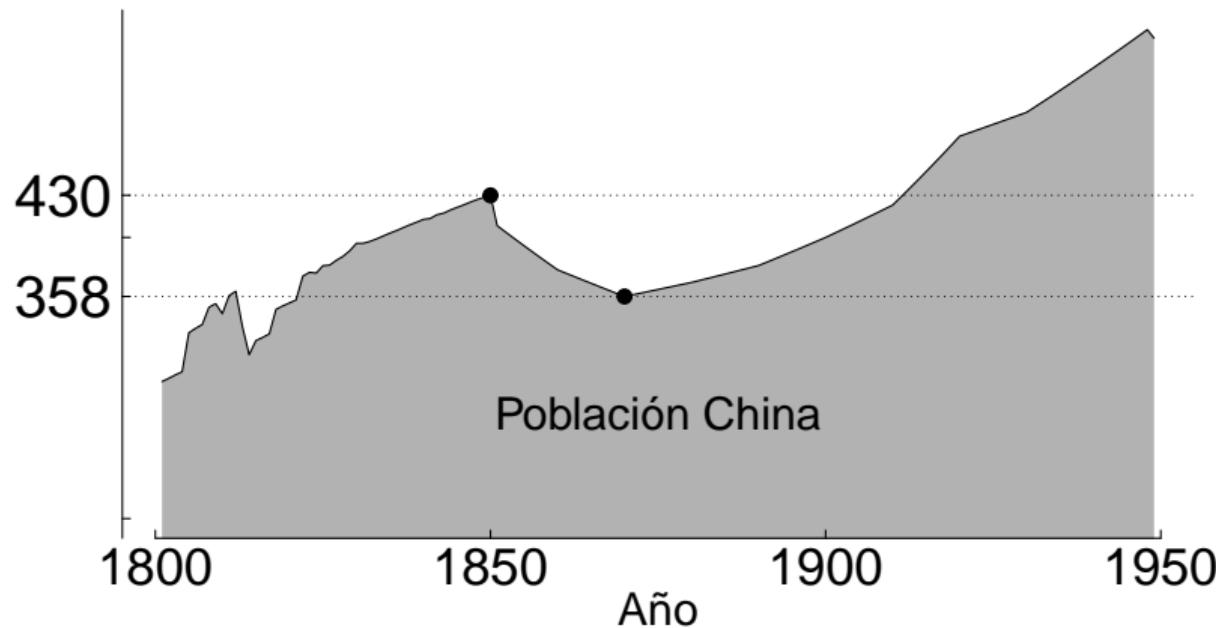


Durante 250 años Europa usó la plata americana para comprar tecnologías, especialmente en China

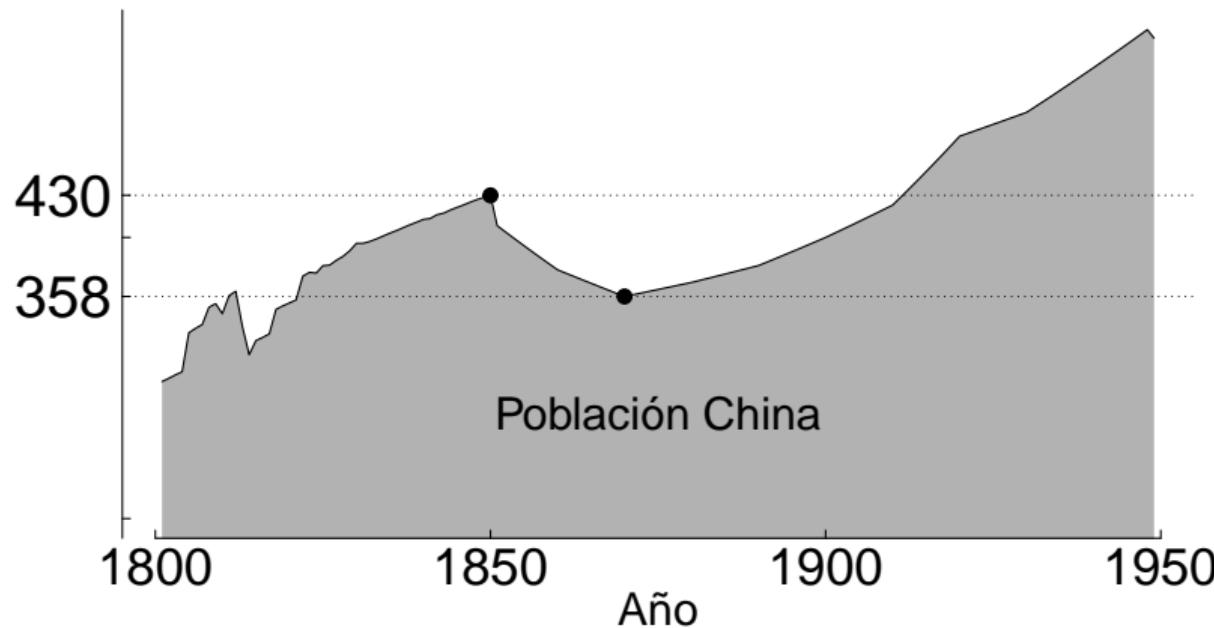


En América nos habíamos independizado y todavía Inglaterra seguía teniendo déficit comercial con China

China pierde 1/5 de la población luego de
la derrota contra el Narco-Estado inglés

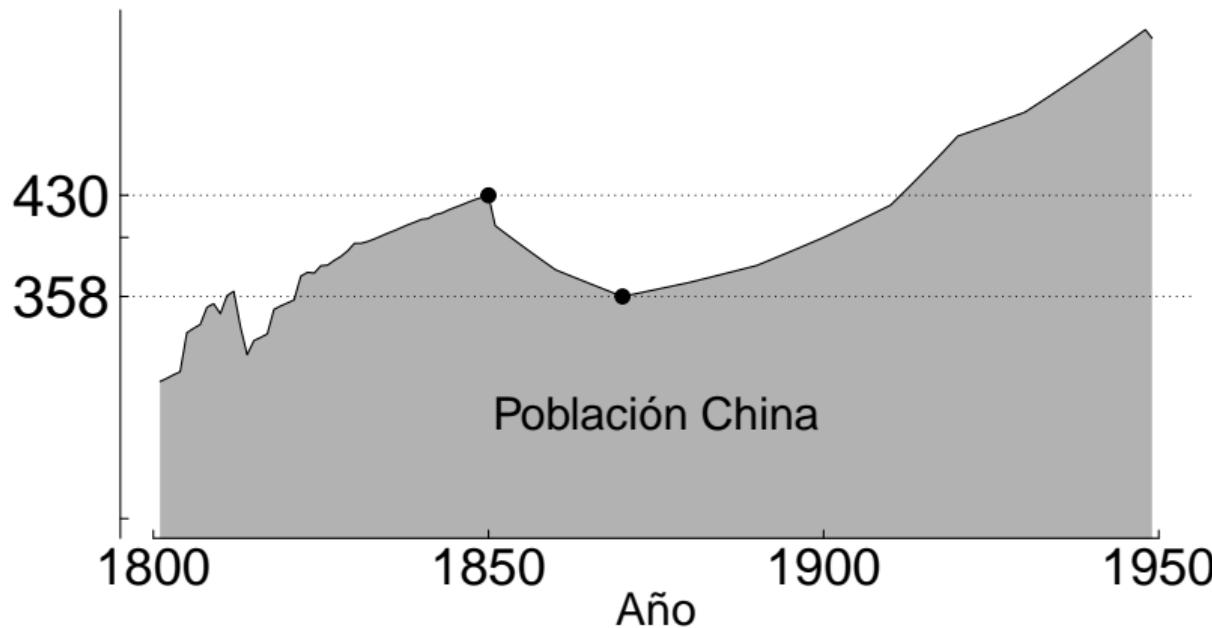


China pierde 1/5 de la población luego de la derrota contra el Narco-Estado inglés



Luego invadido por Japón

China pierde 1/5 de la población luego de la derrota contra el Narco-Estado inglés



Luego invadido por Japón, del que se libera por las bombas atómicas

En menos de 80 años China volvió a ser el centro productivo y tecnológico del mundo



Las funciones de costo y la teoría de utilidad esperada

John von Neumann 1944

Theory of games and economic behavior

- Promotor de la guerra “preventiva” mediante bombas atómicas
- Realizó los cálculos para el lanzamiento de las bombas en Japón
- A diferencia de otros, von Neumann nunca mostró arrepentimiento

9 mayo 1945. Lo Nazis firman la rendición.

26 junio 1945. Se firma la carta de la ONU (alternativa a la guerra “preventiva”)

6 y 9 agosto 1945. Bombas atómicas en Hiroshima y Nagasaki

3 septiembre 1945. China logra finalmente liberarse de la invasión japonesa

von Neumann no tenía perspectiva historia

Las funciones de costo y la teoría de utilidad esperada

John von Neumann 1944

Theory of games and economic behavior

- Promotor de la guerra “preventiva” mediante bombas atómicas
- Realizó los cálculos para el lanzamiento de las bombas en Japón
- A diferencia de otros, von Neumann nunca mostró arrepentimiento

9 mayo 1945. Lo Nazis firman la rendición.

26 junio 1945. Se firma la carta de la ONU (alternativa a la guerra “preventiva”)

6 y 9 agosto 1945. Bombas atómicas en Hiroshima y Nagasaki

3 septiembre 1945. China logra finalmente liberarse de la invasión japonesa

15 octubre 2025. China es el ser centro del mundo, como siempre lo fue.

Sistemas de comunicación con la realidad

Las funciones de costo

John L. Kelly 1956

A new interpretation of information rate

Sistemas de comunicación con la realidad

Las funciones de costo

John L. Kelly 1956

A new interpretation of information rate

le dice a von Neumann

**No cualquier función de costo permite crear
un sistema de comunicación con la realidad**

Sistemas de comunicación con la realidad

Las funciones de costo

John L. Kelly 1956

A new interpretation of information rate

The utility theory of von Neumann shows us one way to obtain such a cost function. The point here is that an arbitrary combination of a channel and a cost function does not necessarily constitute a communication system.

Sistemas de comunicación con la realidad

Las funciones de costo

John L. Kelly 1956

A new interpretation of information rate

En 1954 los experimentos ya muestran que la teoría de von Neumann no predice el comportamiento humano

Sistemas de comunicación con la realidad

Las funciones de costo

John L. Kelly 1956

A new interpretation of information rate

En 1954 los experimentos ya muestran que la teoría de von Neumann no predice el comportamiento humano

En 1957 von Neumann fallece de cancer como la mayoría de los que participaron en el desarrollo de la bomba

Sistemas de comunicación con la realidad

Las funciones de costo

John L. Kelly 1956

A new interpretation of information rate



Las funciones de costo

En probabilidad

$$\underbrace{P(\text{Hipótesis, Datos})}_{\text{Creencia compatible con los datos}} = \underbrace{P(\text{Hipótesis})}_{\text{Creencia inicial}} \underbrace{P(\text{dato}_1|\text{Hipótesis})}_{\text{Predicción 1}} \underbrace{P(\text{dato}_2|\text{dato}_1, \text{Hipótesis}) \dots}_{\text{Predicción 2}}$$

Las funciones de costo

En probabilidad

$$\underbrace{P(\text{Hipótesis, Datos})}_{\text{Creencia compatible con los datos}} = \underbrace{P(\text{Hipótesis})}_{\text{Creencia inicial}} \underbrace{P(\text{dato}_1|\text{Hipótesis})}_{\text{Predicción 1}} \underbrace{P(\text{dato}_2|\text{dato}_1, \text{Hipótesis}) \dots}_{\text{Predicción 2}}$$

Un 0 en la secuencia de predicciones hace falsa la hipótesis para siempre

Las funciones de costo

En evolución

$$\underbrace{P(\text{Variante, Datos})}_{\text{Tamaño actual de la población}} = \underbrace{P(\text{Variante})}_{\text{Tamaño inicial de la población}} \underbrace{R(\text{dato}_1 | \text{Variante})}_{\text{Reproducción} \geq 1} \underbrace{S(\text{dato}_2 | \text{dato}_1, \text{Variante}) \dots}_{0 \leq \text{Supervivencia} \leq 1}$$

Las funciones de costo

En evolución

$$\underbrace{P(\text{Variante, Datos})}_{\text{Tamaño actual de la población}} = \underbrace{P(\text{Variante})}_{\text{Tamaño inicial de la población}} \underbrace{R(\text{dato}_1 | \text{Variante})}_{\text{Reproducción} \geq 1} \underbrace{S(\text{dato}_2 | \text{dato}_1, \text{Variante}) \dots}_{0 \leq \text{Supervivencia} \leq 1}$$

Un 0 en la secuencia de tasas de reproducción y supervivencia produce una extinción irreversible

Las funciones de costo

En evolución

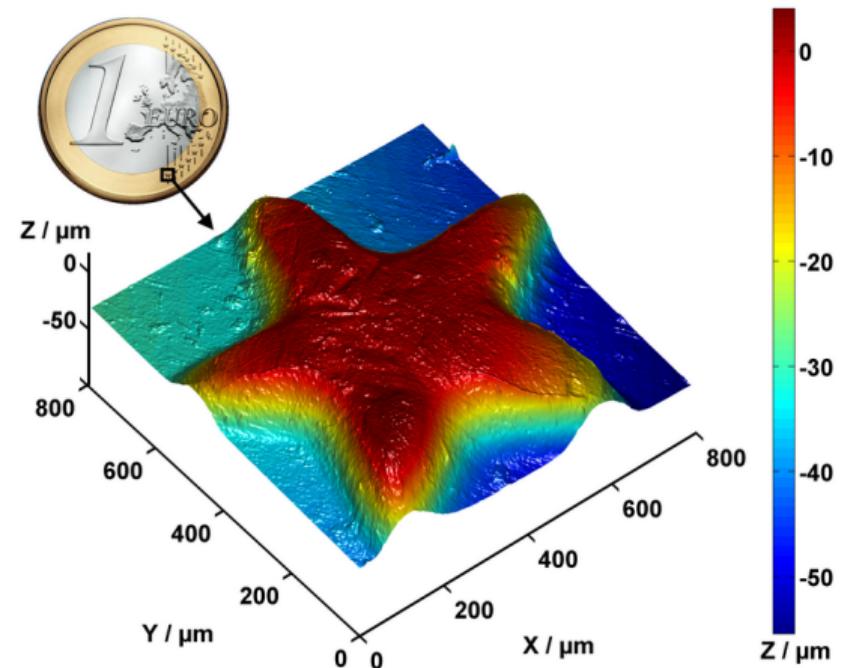
$$P(\text{Variante}, \text{Datos}) = \underbrace{P(\text{Variante})}_{\substack{\text{Tamaño actual} \\ \text{de la población}}} \underbrace{R(\text{dato}_1 | \text{Variante})}_{\substack{\text{Tamaño inicial} \\ \text{de la población}}} \underbrace{S(\text{dato}_2 | \text{dato}_1, \text{Variante}) \dots}_{\substack{\text{Reproducción} \geq 1 \\ 0 \leq \text{Supervivencia} \leq 1}}$$

¿Cuáles son las variantes (hipótesis o formas de vida) qué se seleccionan en estos procesos multiplicativos?

Las funciones de costo

Apuestas

Una casa de apuestas paga 3 por Cara y 1.2 por Sello.



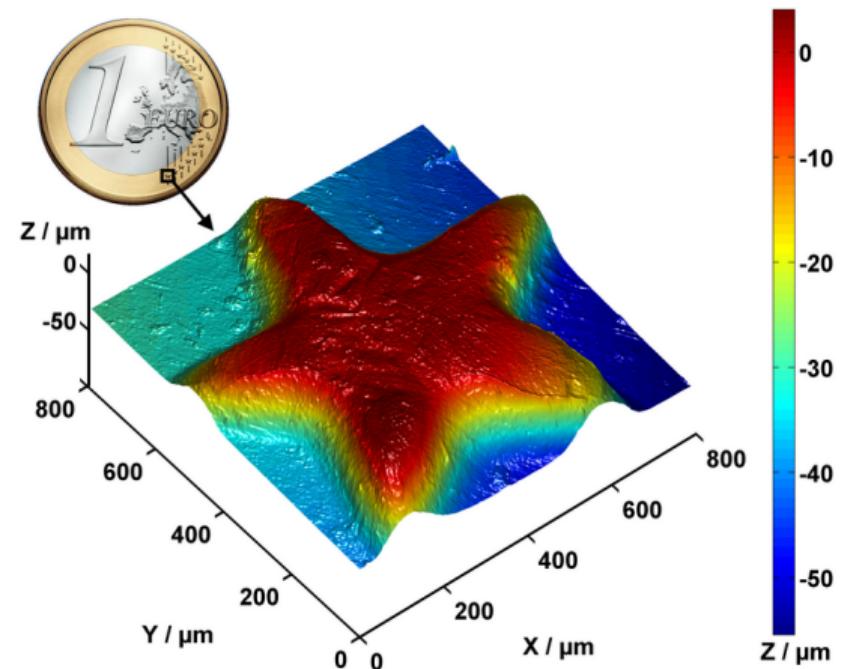
Las funciones de costo

Apuestas

Una casa de apuestas paga 3 por Cara y 1.2 por Sello.

Casa de apuestas paga:

- Por **Cara**. $Q_c = 3$
- Por **Sello**. $Q_s = 1.2$



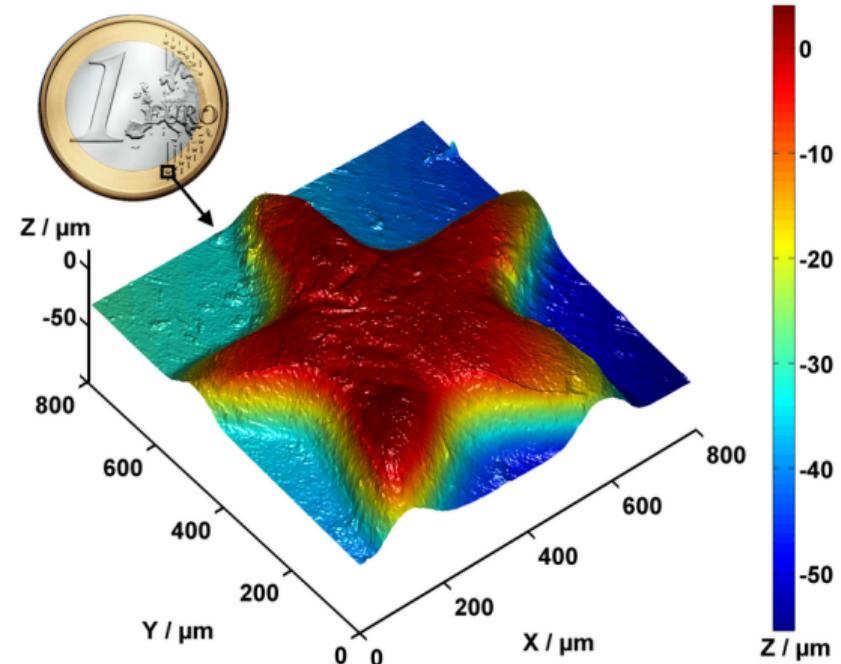
Las funciones de costo

Apuestas

Una casa de apuestas paga 3 por Cara y 1.2 por Sello.
Analicemos qué pasa cuando apostamos **todos los recursos**

Casa de apuestas paga:

- Por **Cara**. $Q_c = 3$
- Por **Sello**. $Q_s = 1.2$



Las funciones de costo

Apuestas

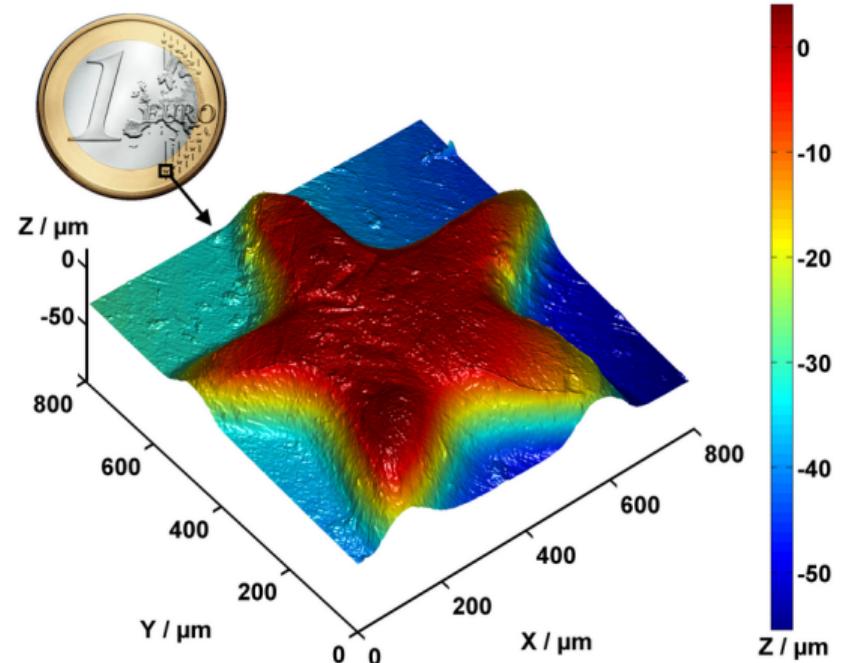
Una casa de apuestas paga 3 por Cara y 1.2 por Sello.
Analicemos qué pasa cuando apostamos **todos los recursos**

Casa de apuestas paga:

- Por **Cara**. $Q_c = 3$
- Por **Sello**. $Q_s = 1.2$

Apostamos **proporciones**

- A **Cara**. $b \in [0, 1]$
- A **Sello**. $(1 - b)$



Las funciones de costo

Apuestas

Una casa de apuestas paga 3 por Cara y 1.2 por Sello.

Analicemos qué pasa cuando apostamos **todos los recursos**

Casa de apuestas paga:

- Por **Cara**. $Q_c = 3$
- Por **Sello**. $Q_s = 1.2$

Apostamos **proporciones**

- A **Cara**. $b \in [0, 1]$
- A **Sello**. $(1 - b)$

Recursos ω en el tiempo:

$$\bullet \quad \omega_{t+1} = \begin{cases} (\omega_t b) 3 + \cancel{(\omega_t(1-b))} 0 & \text{Cara} \\ \cancel{(\omega_t b)} 0 + (\omega_t(1-b)) 1.2 & \text{Sello} \end{cases}$$

Las funciones de costo

Apuestas

Una casa de apuestas paga 3 por Cara y 1.2 por Sello.

Analicemos qué pasa cuando apostamos **todos los recursos**

Casa de apuestas paga:

- Por **Cara**. $Q_c = 3$
- Por **Sello**. $Q_s = 1.2$

Apostamos **proporciones**

- A **Cara**. $b \in [0, 1]$
- A **Sello**. $(1 - b)$

Recursos ω en el tiempo:

$$\bullet \quad \omega_{t+1} = \begin{cases} (\omega_t b) 3 + \cancel{(\omega_t(1-b))} 0 & \text{Cara} \\ \cancel{(\omega_t b)} 0 + (\omega_t(1-b)) 1.2 & \text{Sello} \end{cases}$$

Ejemplo. Si sale Cara.

$$\omega_0 b Q_c$$

Las funciones de costo

Apuestas

Una casa de apuestas paga 3 por Cara y 1.2 por Sello.

Analicemos qué pasa cuando apostamos **todos los recursos**

Casa de apuestas paga:

- Por **Cara**. $Q_c = 3$
- Por **Sello**. $Q_s = 1.2$

Apostamos **proporciones**

- A **Cara**. $b \in [0, 1]$
- A **Sello**. $(1 - b)$

Recursos ω en el tiempo:

$$\bullet \quad \omega_{t+1} = \begin{cases} (\omega_t b) 3 + \cancel{(\omega_t(1-b))} 0 & \text{Cara} \\ \cancel{(\omega_t b)} 0 + (\omega_t(1-b)) 1.2 & \text{Sello} \end{cases}$$

Ejemplo. Si sale Cara. Y luego sale Sello.

$$\omega_0 b Q_c (1 - b) Q_c$$

Las funciones de costo

Apuestas

Una casa de apuestas paga 3 por Cara y 1.2 por Sello.

Analicemos qué pasa cuando apostamos **todos los recursos**

Casa de apuestas paga:

- Por **Cara**. $Q_c = 3$
- Por **Sello**. $Q_s = 1.2$

Apostamos **proporciones**

- A **Cara**. $b \in [0, 1]$
- A **Sello**. $(1 - b)$

Recursos ω en el tiempo:

$$\bullet \quad \omega_{t+1} = \begin{cases} (\omega_t b) 3 + \cancel{(\omega_t(1-b))} 0 & \text{Cara} \\ \cancel{(\omega_t b)} 0 + (\omega_t(1-b)) 1.2 & \text{Sello} \end{cases}$$

Ejemplo. Si sale Cara. Y luego sale Sello. Etc.

$$\omega_0 b Q_c (1 - b) Q_c \dots$$

Las funciones de costo

Apuestas

$$\omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

Las funciones de costo

Apuestas

$$\omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

Pregunta 1

¿Cuál es la apuesta óptima $b \in [0, 1]$?

Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

Pregunta 1

¿Cuál es la apuesta óptima $b \in [0, 1]$?

Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

Pregunta 1

¿Cuál es la apuesta óptima $b \in [0, 1]$?

En breve la respondemos

Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

Pregunta 2

¿Con $b = 0.5$ nos conviene jugar?

Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

Pregunta 2

¿Con $b = 0.5$ nos conviene jugar?

Calculemos la esperanza de la utilidad
como propone von Neumann

Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

Pregunta 2

¿Con $b = 0.5$ nos conviene jugar?

$$\mathbb{E}[\omega_{t+1} | b = 0.5]$$

Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

Pregunta 2
¿Con $b = 0.5$ nos conviene jugar?

$$\mathbb{E}[\omega_{t+1} | b = 0.5] = P(\text{Cara}) \cdot \underbrace{\omega_t \cdot (0.5 \cdot 3)}_{1.5} + P(\text{Sello}) \cdot \underbrace{\omega_t \cdot (0.5 \cdot 1.2)}_{0.6}$$

Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

Pregunta 2
¿Con $b = 0.5$ nos conviene jugar?

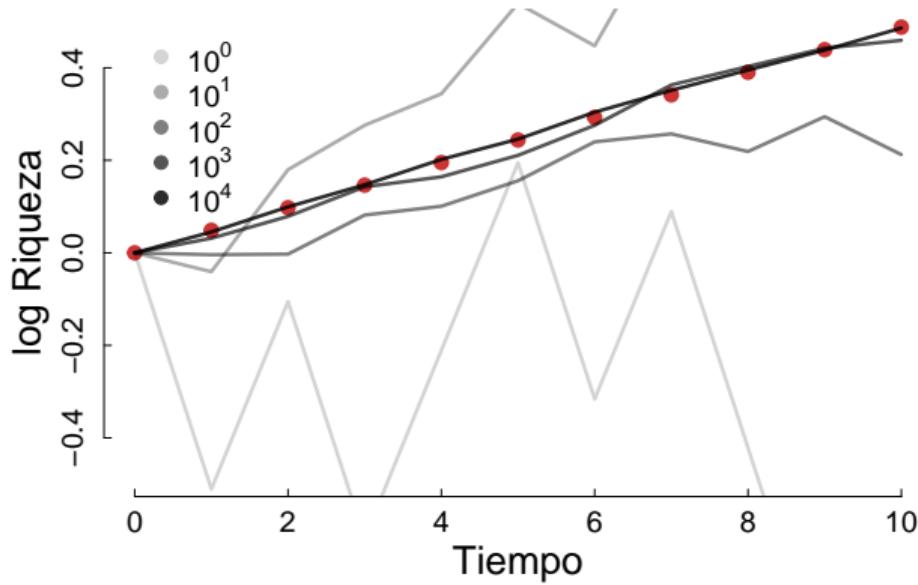
$$\mathbb{E}[\omega_{t+1} | b = 0.5] = P(\text{Cara}) \cdot \underbrace{\omega_t \cdot (0.5 \cdot 3)}_{1.5} + P(\text{Sello}) \cdot \underbrace{\omega_t \cdot (0.5 \cdot 1.2)}_{0.6} = \omega_t \cdot \mathbf{1.05}$$

Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos



Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

Pregunta 2

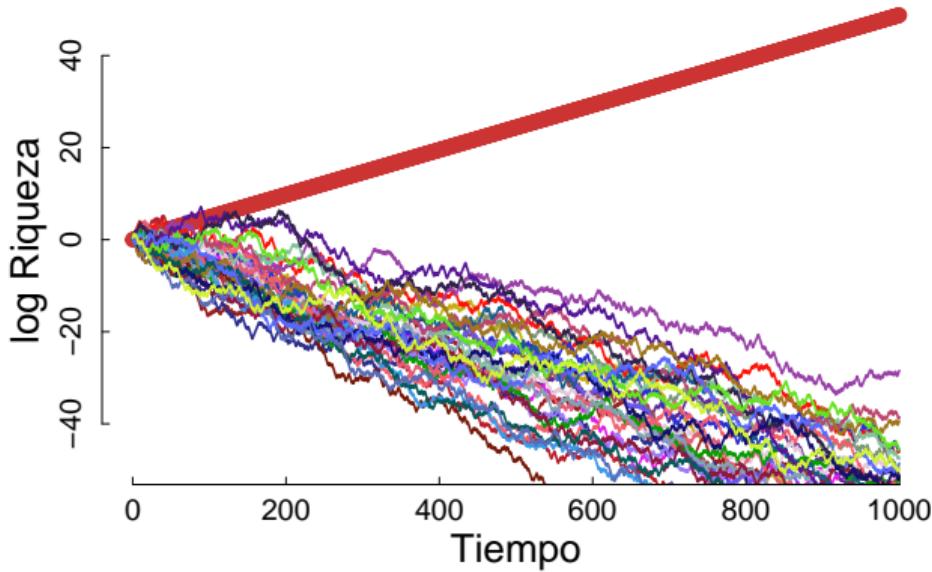
¿Con $b = 0.5$ nos conviene jugar?

Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

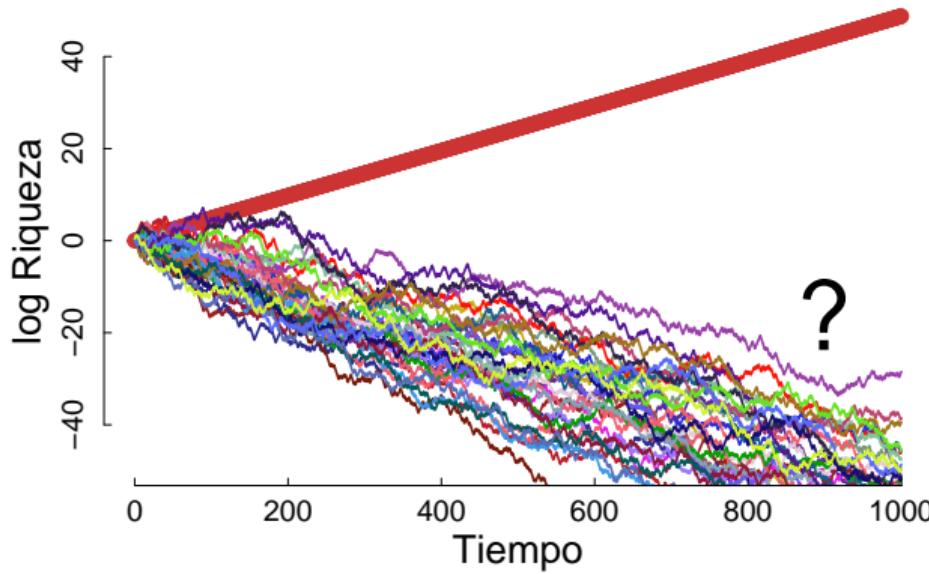


Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

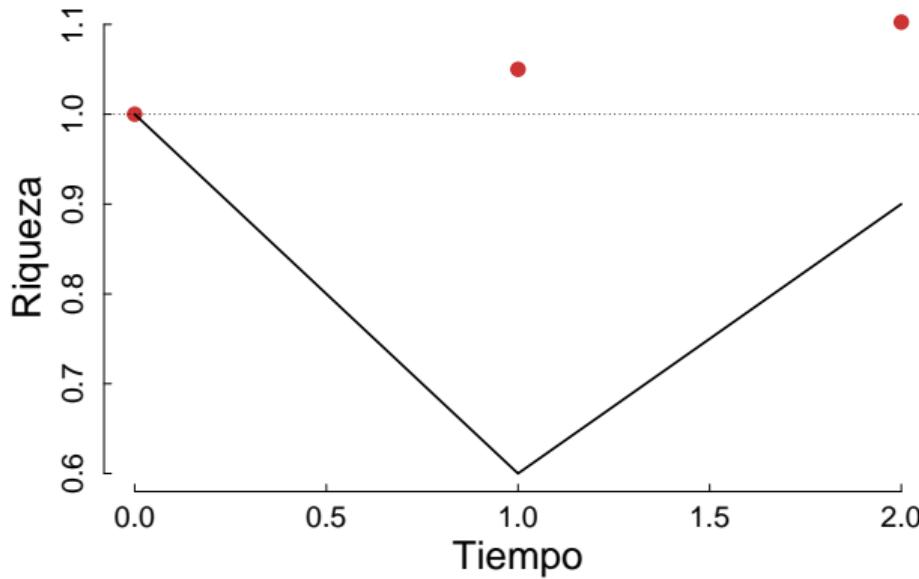


Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

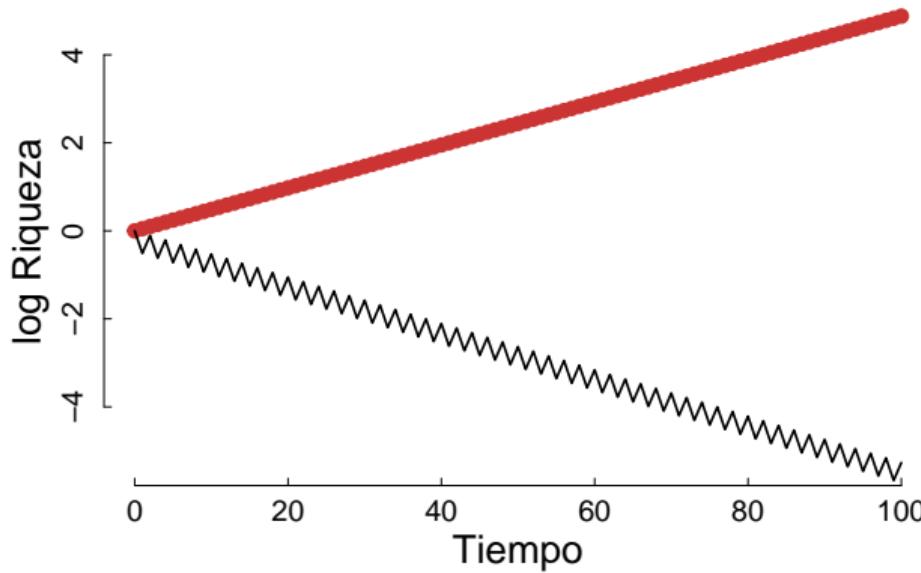


Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

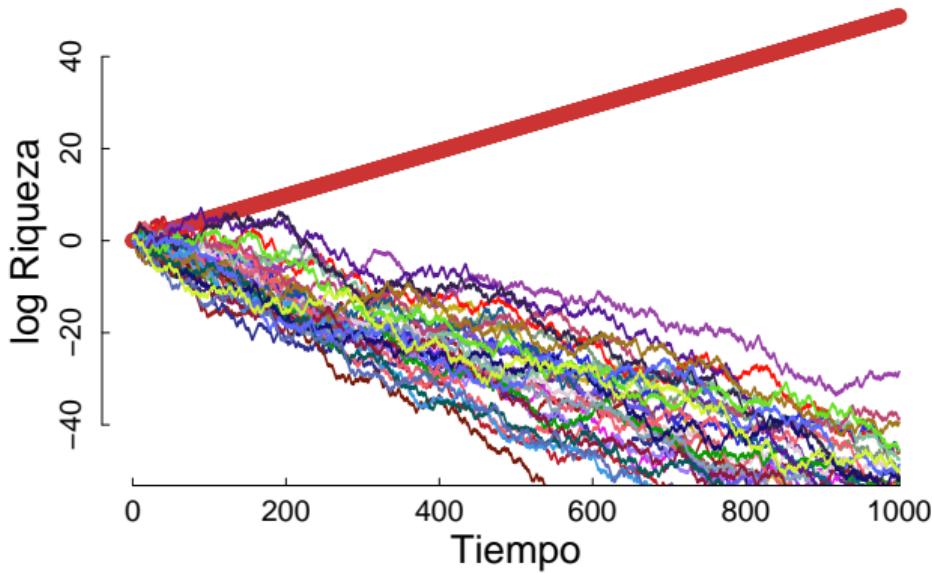


Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

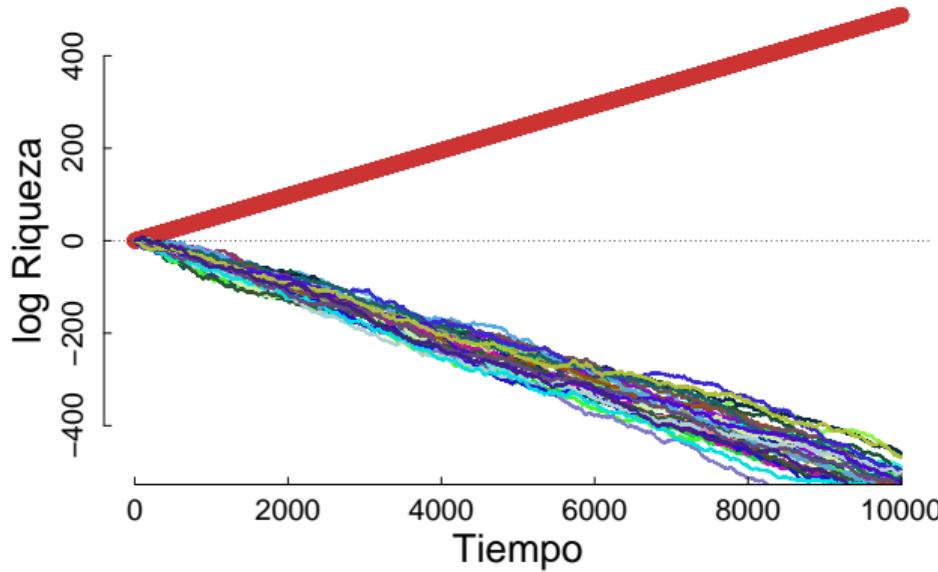


Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos

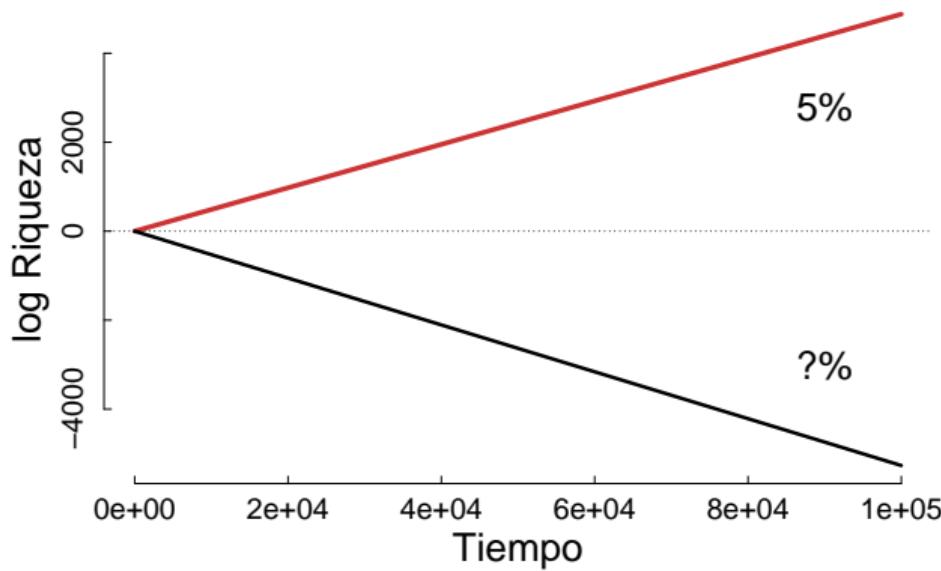


Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s}$$

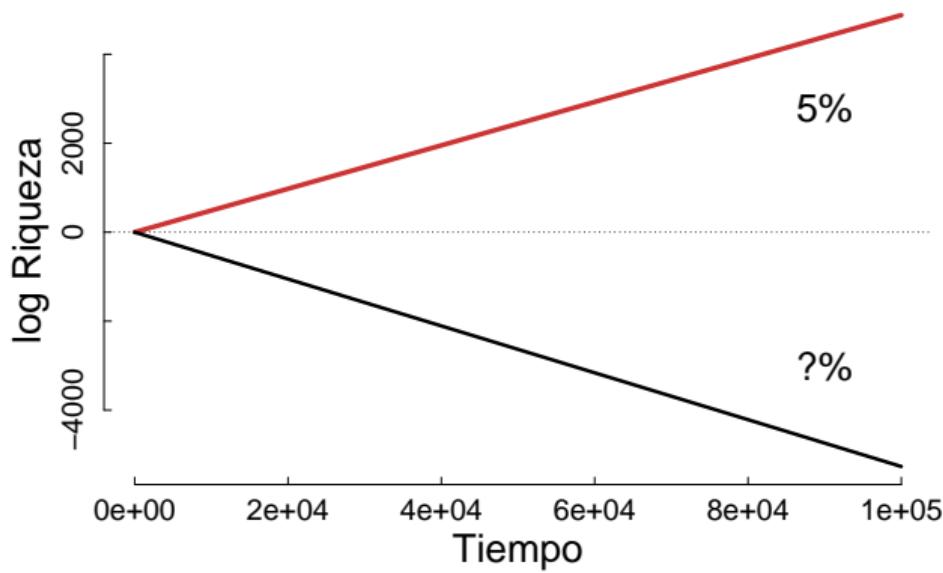
con N_c y N_s cantidad de Caras y Sellos



Las funciones de costo

Apuestas

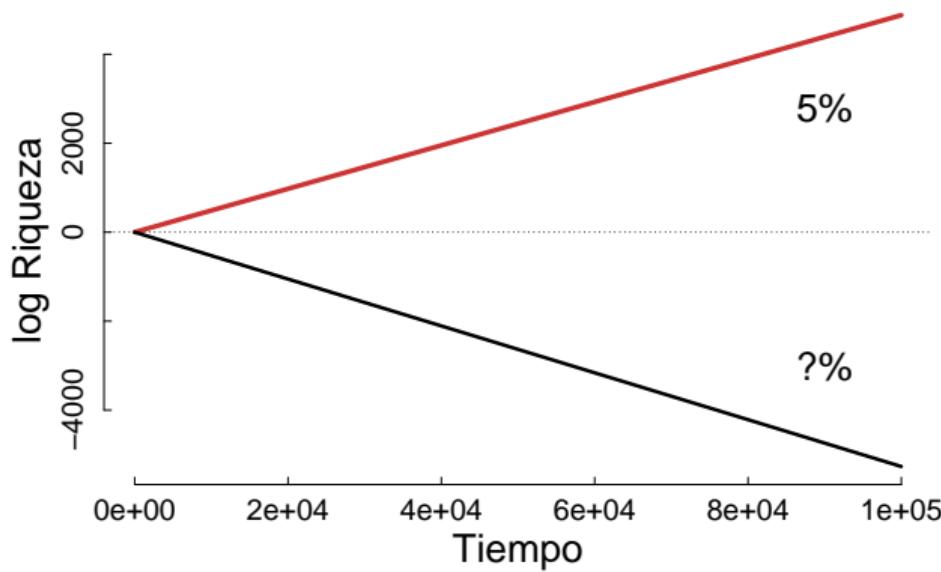
$$\lim_{T \rightarrow \infty} \omega_T = \omega_0 (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s} = \omega_0 r^T$$



Las funciones de costo

Apuestas

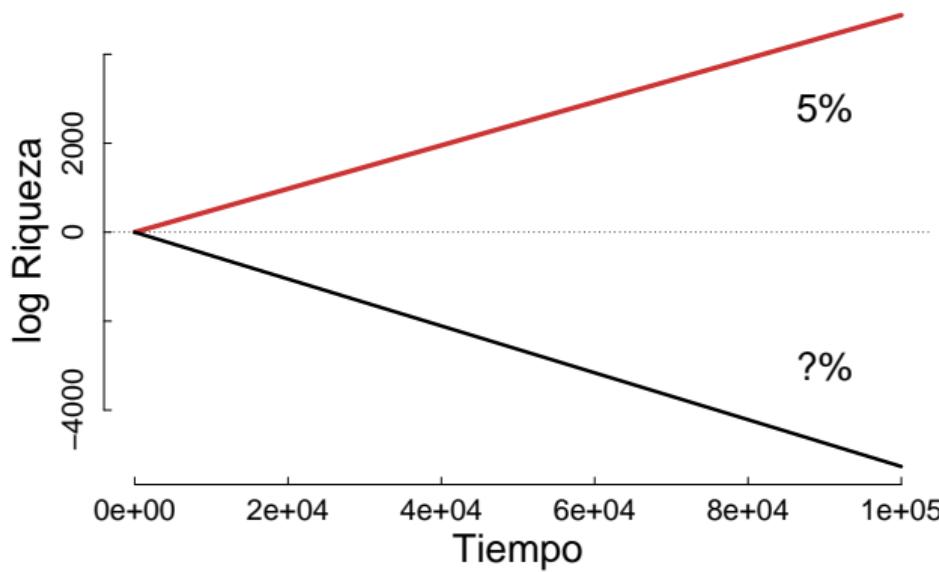
$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{\omega_T}{\omega_0} = (b Q_c)^{N_c} ((1 - b) Q_s)^{N_s} = r^T$$



Las funciones de costo

Apuestas

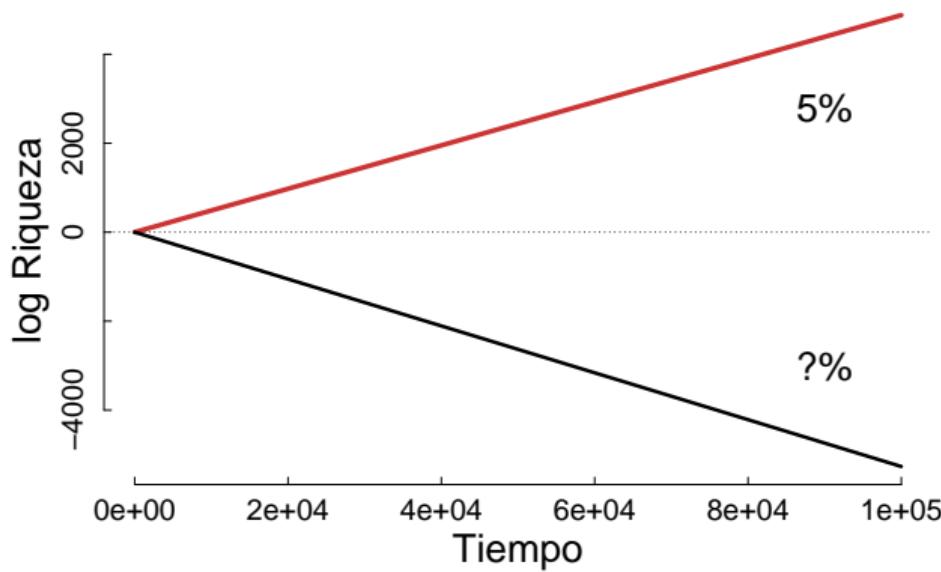
$$\lim_{T \rightarrow \infty} \left(\frac{\omega_T}{\omega_0} \right)^{\frac{1}{T}} = (b Q_c)^{\frac{N_c}{T}} ((1 - b) Q_s)^{\frac{N_s}{T}} = r$$



Las funciones de costo

Apuestas

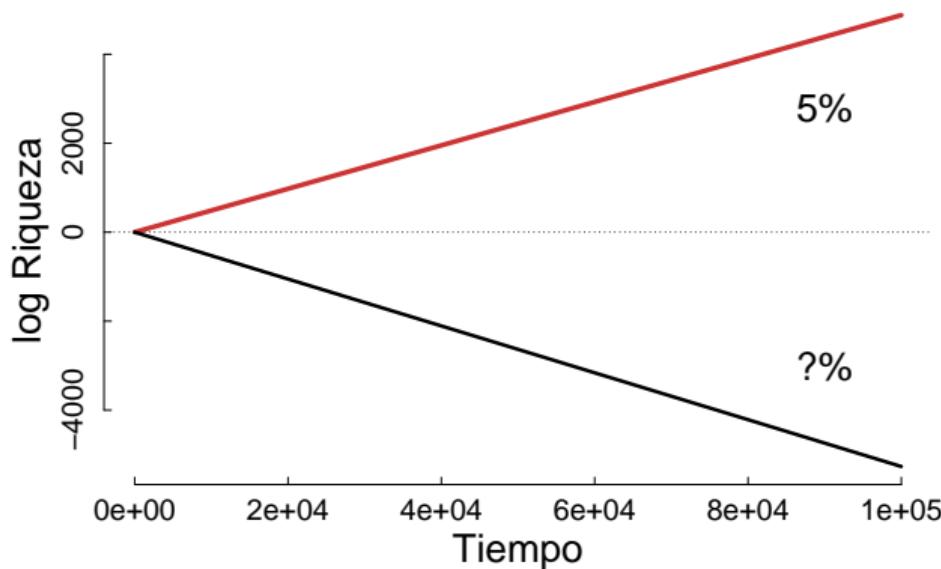
$$\lim_{T \rightarrow \infty} \left(\frac{\omega_T}{\omega_0} \right)^{\frac{1}{T}} = (b Q_c)^p ((1 - b) Q_s)^{1-p} = r$$



Las funciones de costo

Apuestas

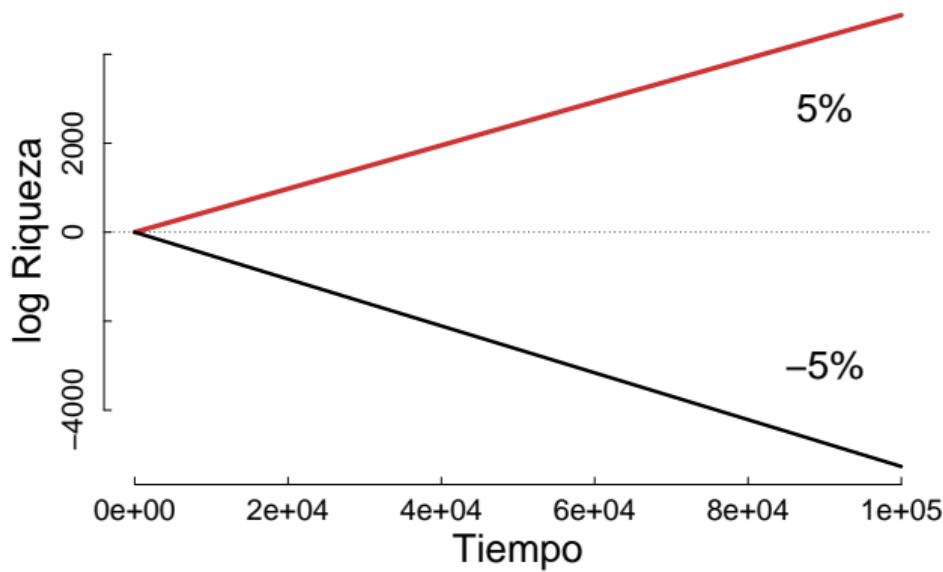
$$\lim_{T \rightarrow \infty} \left(\frac{\omega_T}{\omega_0} \right)^{\frac{1}{T}} = (b Q_c)^p ((1 - b) Q_s)^{1-p} = r$$
$$= (0.5 \cdot 3)^{0.5} \cdot (0.5 \cdot 1.2)^{0.5} \approx 0.95$$



Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \left(\frac{\omega_T}{\omega_0} \right)^{\frac{1}{T}} = (b Q_c)^p ((1 - b) Q_s)^{1-p} = r$$
$$= (0.5 \cdot 3)^{0.5} \cdot (0.5 \cdot 1.2)^{0.5} \approx 0.95$$



Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \left(\frac{\omega_T}{\omega_0} \right)^{\frac{1}{T}} = (b Q_c)^p ((1 - b) Q_s)^{1-p} = r$$

Pregunta 1

¿Cuál es la apuesta óptima $b \in [0, 1]$?

Las funciones de costo

Apuestas

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \left(\frac{\omega_T}{\omega_0} \right)^{\frac{1}{T}} = (b Q_c)^p ((1 - b) Q_s)^{1-p} = r$$

Pregunta 1

¿Cuál es la apuesta óptima $b \in [0, 1]$?

¿Podemos hacer algo mejor?

Las funciones de costo

Apuestas

$$\frac{(b Q_c)^p ((1 - b) Q_s)^{1-p}}{(d Q_c)^p ((1 - d) Q_s)^{1-p}}$$

Comparamos dos apuestas b y d .

Las funciones de costo

Apuestas

$$\frac{(b \cancel{Q}_c)^p ((1 - b) \cancel{Q}_s)^{1-p}}{(d \cancel{Q}_c)^p ((1 - d) \cancel{Q}_s)^{1-p}}$$

Comparamos dos apuestas b y d .

Las funciones de costo

Apuestas

$$\frac{(b \cancel{Q}_c)^p ((1 - b) \cancel{Q}_s)^{1-p}}{(d \cancel{Q}_c)^p ((1 - d) \cancel{Q}_s)^{1-p}}$$

La apuesta óptima no depende de
los pagos que ofrece la casa !!

Las funciones de costo

Apuestas

$$\frac{(b \mathcal{Q}_c)^p ((1 - b) \mathcal{Q}_s)^{1-p}}{(d \mathcal{Q}_c)^p ((1 - d) \mathcal{Q}_s)^{1-p}}$$

La apuesta óptima no depende de
los pagos que ofrece la casa !!

$$\arg \max_b b^p (1 - b)^{1-p}$$

Las funciones de costo

Apuestas

$$\frac{(b \mathcal{Q}_c)^p ((1 - b) \mathcal{Q}_s)^{1-p}}{(d \mathcal{Q}_c)^p ((1 - d) \mathcal{Q}_s)^{1-p}}$$

La apuesta óptima no depende de
los pagos que ofrece la casa !!

$$\arg \max_b b^p (1 - b)^{1-p} = \arg \max_b p \log b + (1 - p) \log(1 - b)$$

Las funciones de costo

Apuestas

$$\frac{(b \mathcal{Q}_c)^p ((1 - b) \mathcal{Q}_s)^{1-p}}{(d \mathcal{Q}_c)^p ((1 - d) \mathcal{Q}_s)^{1-p}}$$

La apuesta óptima no depende de
los pagos que ofrece la casa !!

$$\arg \max_b b^p(1 - b)^{1-p} = \arg \max_b \underbrace{p \log b + (1 - p) \log(1 - b)}_{-\text{Entropía cruzada!}}$$

Las funciones de costo

Apuestas

$$\frac{(b \mathcal{Q}_c)^p ((1 - b) \mathcal{Q}_s)^{1-p}}{(d \mathcal{Q}_c)^p ((1 - d) \mathcal{Q}_s)^{1-p}}$$

$$b^* = p$$

$$\arg \max_b b^p (1 - b)^{1-p} = \arg \max_b \underbrace{p \log b + (1 - p) \log(1 - b)}_{-\text{Entropía cruzada!}}$$

Las funciones de costo

Apuestas

$$\frac{(b \mathcal{Q}_c)^p ((1 - b) \mathcal{Q}_s)^{1-p}}{(d \mathcal{Q}_c)^p ((1 - d) \mathcal{Q}_s)^{1-p}}$$

$$b^* = p$$

Propiedad epistémica

$$\arg \max_b b^p (1 - b)^{1-p} = \arg \max_b \underbrace{p \log b + (1 - p) \log(1 - b)}_{-\text{Entropía cruzada!}}$$

Las funciones de costo

Apuestas

$$\frac{(b \mathcal{Q}_c)^p ((1 - b) \mathcal{Q}_s)^{1-p}}{(d \mathcal{Q}_c)^p ((1 - d) \mathcal{Q}_s)^{1-p}}$$

$$\underbrace{b^* = p}$$

Propiedad epistémica

Ventaja a favor de la diversificación individual

Las funciones de costo

Apuestas

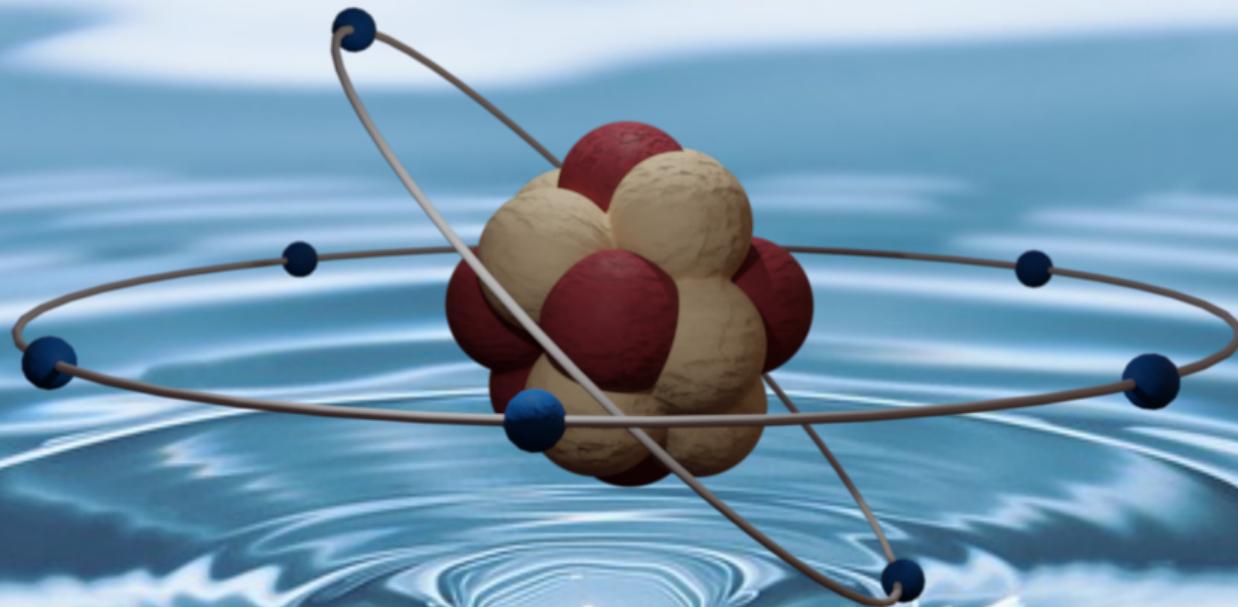
$$\frac{(b \cancel{Q}_c)^p ((1 - b) \cancel{Q}_s)^{1-p}}{(d \cancel{Q}_c)^p ((1 - d) \cancel{Q}_s)^{1-p}}$$

$$\underbrace{b^* = p}$$

Propiedad epistémica

¿Podemos hacer algo para ganar la apuesta?

Las cualidades de los sistemas naturales
emergen de la interacción entre sus partes



Las cualidades de los sistemas naturales
emergen de la interacción entre sus partes

- 17 partículas elementales: quarks, leptones, bosones.

Las cualidades de los sistemas naturales emergen de la interacción entre sus partes

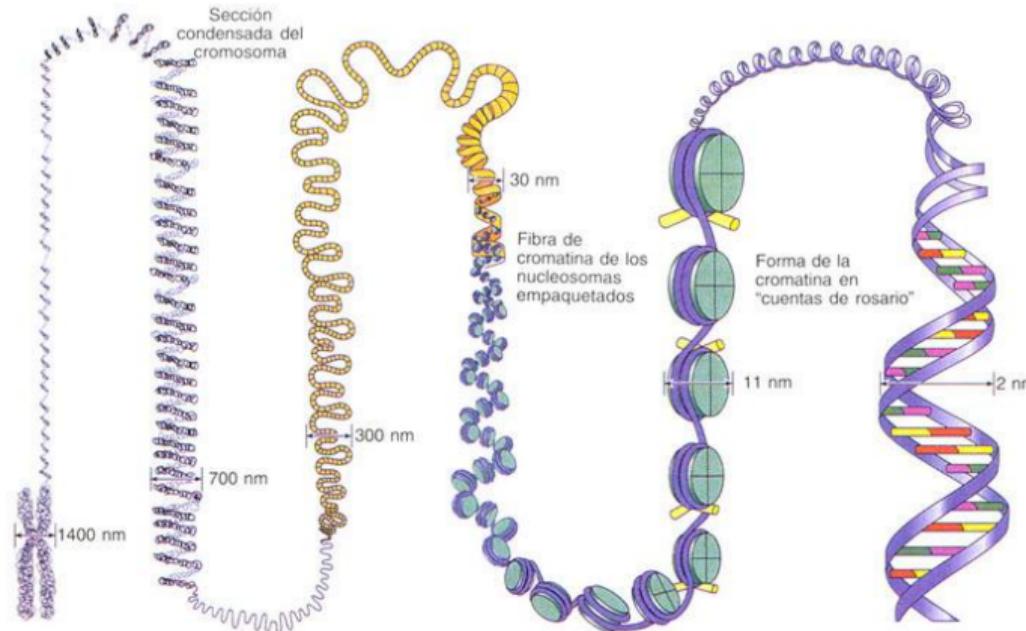
- 17 partículas elementales: quarks, leptones, bosones.
- 118 átomos: hidrógeno, oxígeno, carbono, ...

Las cualidades de los sistemas naturales emergen de la interacción entre sus partes

- 17 partículas elementales: quarks, leptones, bosones.
- 118 átomos: hidrógeno, oxígeno, carbono, ...
- \sim 200 millones de moléculas: H_2O , CO_2 , ...

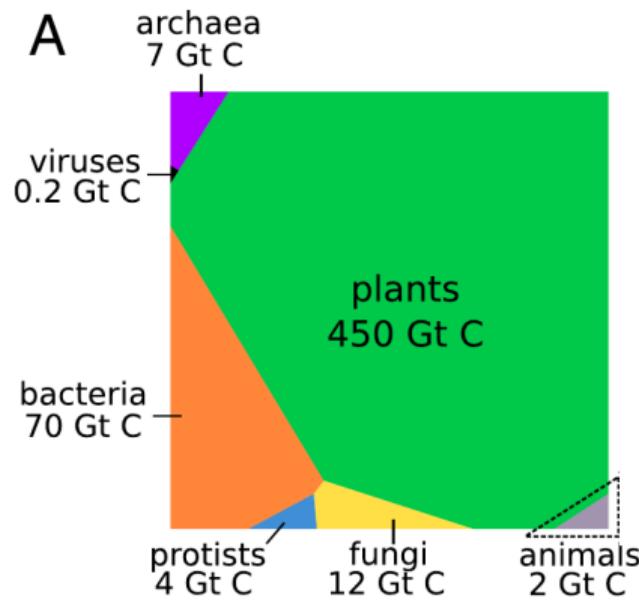
Las cualidades de los sistemas naturales emergen de la interacción entre sus partes

- 17 partículas elementales: quarks, leptones, bosones.
- 118 átomos: hidrógeno, oxígeno, carbono, ...
- ~200 millones de moléculas: H_2O , CO_2 , ..., Fibra cromosómica



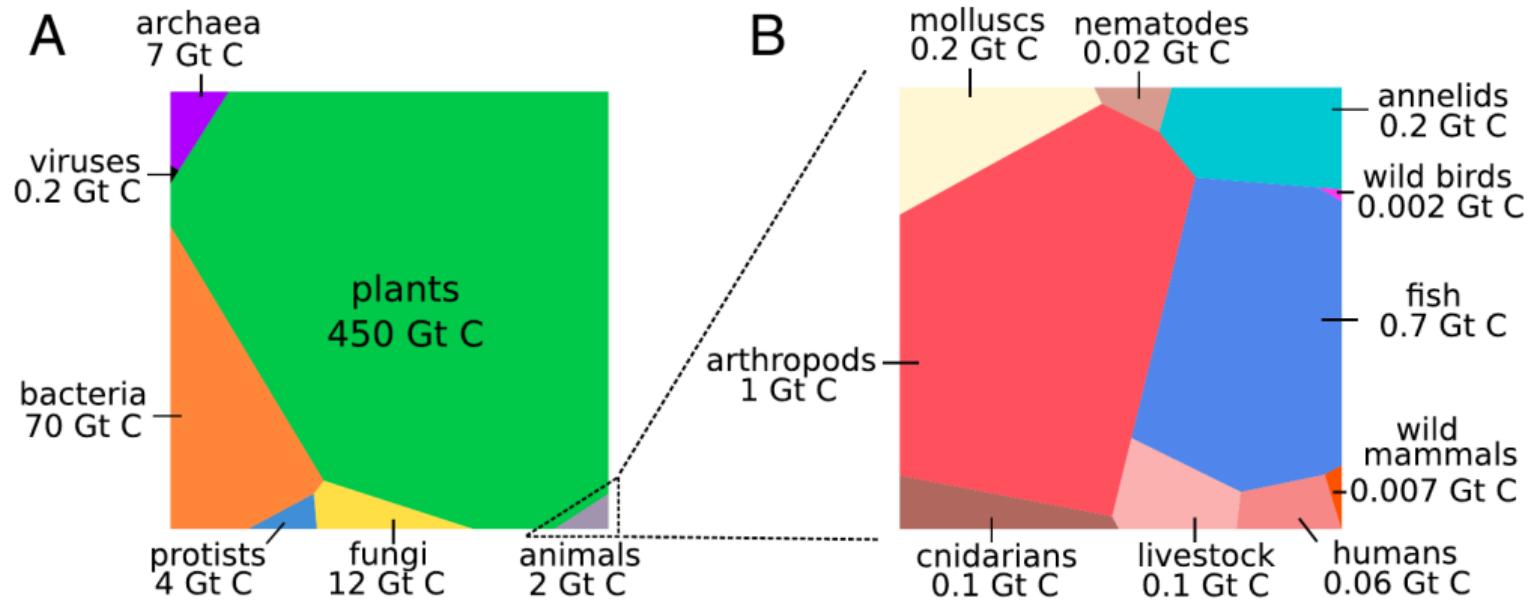
Las cualidades de los sistemas naturales emergen de la interacción entre sus partes

- 17 partículas elementales: quarks, leptones, bosones.
- 118 átomos: hidrógeno, oxígeno, carbono, ...
- ~200 millones de moléculas: H_2O , CO_2 , ..., Fibra cromosómica
- Innumerables formas de vida



Las cualidades de los sistemas naturales emergen de la interacción entre sus partes

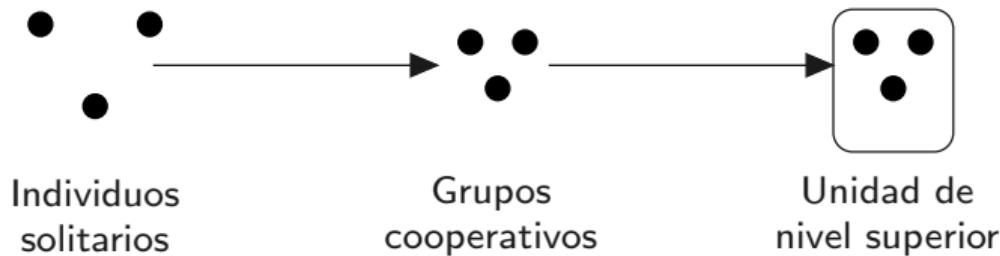
- 17 partículas elementales: quarks, leptones, bosones.
- 118 átomos: hidrógeno, oxígeno, carbono, ...
- ~ 200 millones de moléculas: H_2O , CO_2 , ..., Fibra cromosómica
- Innumerables formas de vida



Las cualidades de los sistemas naturales emergen de la interacción entre sus partes

- 17 partículas elementales: quarks, leptones, bosones.
- 118 átomos: hidrógeno, oxígeno, carbono, ...
- ~200 millones de moléculas: H_2O , CO_2 , ..., Fibra cromosómica
- Innumerables formas de vida

Unión de formas de vida simple → genera vida compleja



Las cualidades de los sistemas naturales emergen de la interacción entre sus partes

- 17 partículas elementales: quarks, leptones, bosones.
- 118 átomos: hidrógeno, oxígeno, carbono, ...
- ~200 millones de moléculas: H_2O , CO_2 , ..., Fibra cromosómica
- Innumerables formas de vida

Pregunta 3

¿Nos conviene hacer un fondo común?

Las cualidades de los sistemas naturales emergen de la interacción entre sus partes

- 17 partículas elementales: quarks, leptones, bosones.
- 118 átomos: hidrógeno, oxígeno, carbono, ...
- ~200 millones de moléculas: H_2O , CO_2 , ..., Fibra cromosómica
- Innumerables formas de vida

Pregunta 3

¿Nos conviene hacer un fondo común?

1. Apostamos individualmente.
2. Juntamos todo en el fondo.
3. Dividimos en partes iguales.

Las cualidades de los sistemas naturales emergen de la interacción entre sus partes

Ejemplo. Dos pasos.

A uno le sale Cara y al otro Sello

	ω_0	Δ	ω_1	Δ	ω_2
A no-coop	1	+50%	1.5	-40%	0.9
B no-coop	1	-40%	0.6	+50%	0.9

Las cualidades de los sistemas naturales emergen de la interacción entre sus partes

Ejemplo. Dos pasos.

A uno le sale Cara y al otro Sello

	ω_0	Δ	ω_1	Δ	ω_2
A no-coop	1	+50%	1.5	-40%	0.9
B no-coop	1	-40%	0.6	+50%	0.9
A coopera	1	+50%	1.05	-40%	1.1
B coopera	1	-40%	1.05	+50%	1.1

Las cualidades de los sistemas naturales emergen de la interacción entre sus partes

Ejemplo. Dos pasos.

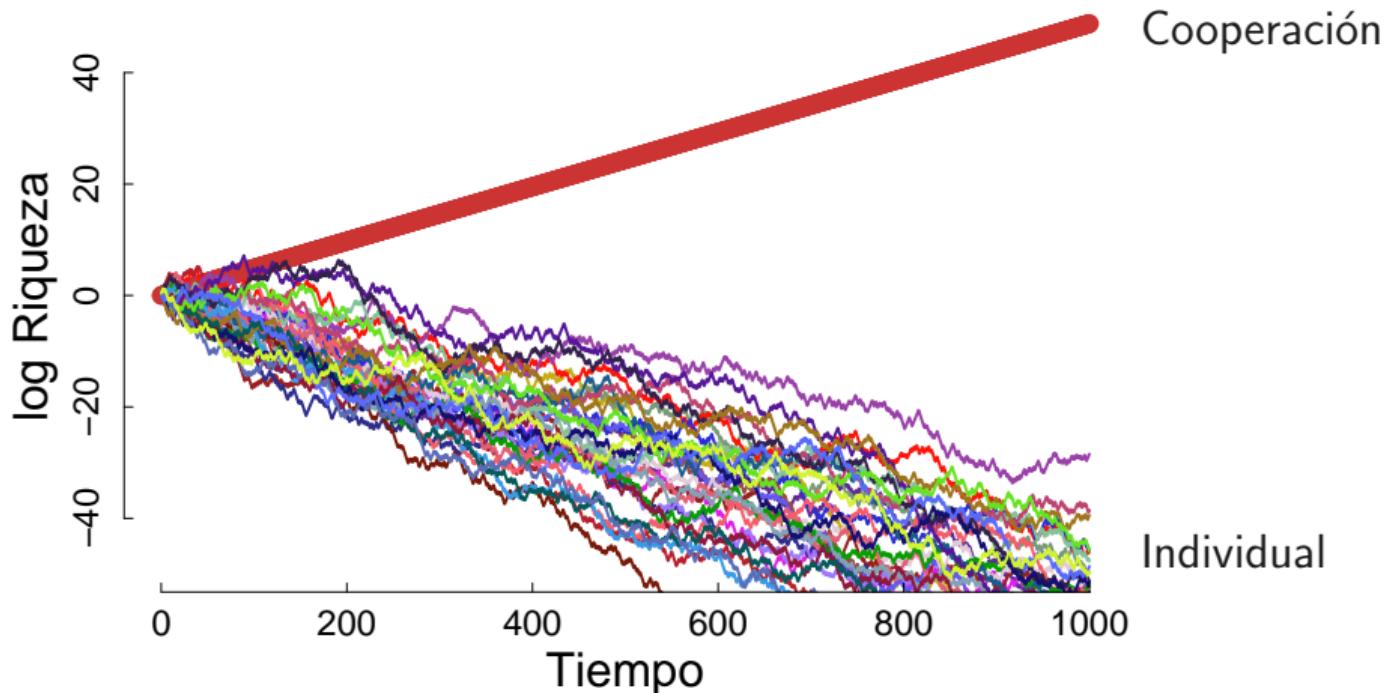
A uno le sale Cara y al otro Sello

	ω_0	Δ	ω_1	Δ	ω_2
A no-coop	1	+50%	1.5	-40%	0.9
B no-coop	1	-40%	0.6	+50%	0.9
A coopera	1	+50%	1.05	-40%	1.1
B coopera	1	-40%	1.05	+50%	1.1

Con un fondo común

¡Ambos aumentamos la tasa de crecimiento!

Las cualidades de los sistemas naturales emergen de la interacción entre sus partes



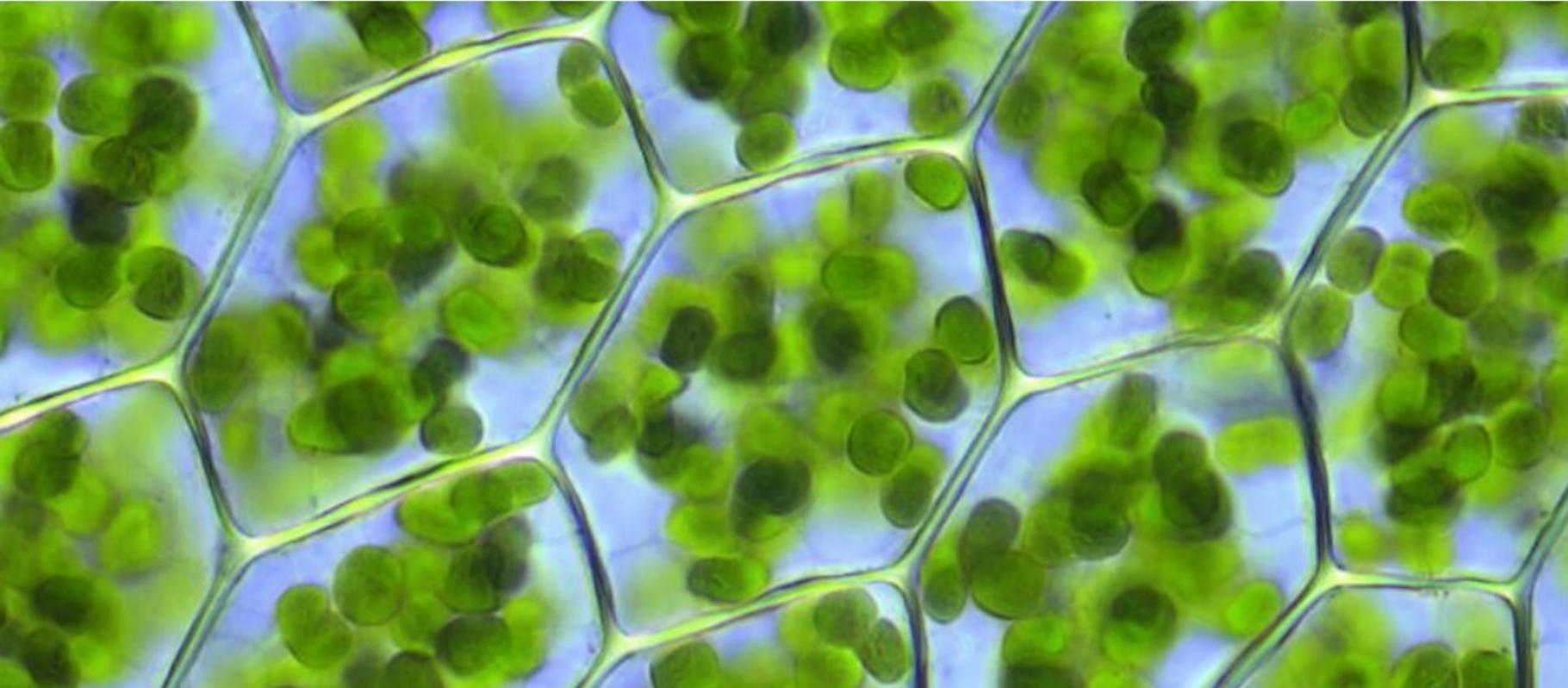
Las cualidades de los sistemas naturales emergen de la interacción entre sus partes

La emergencia de unidades cooperativas
es un fenómeno permanente en evolución

Nuestra propia vida depende de al menos 4 niveles

Niveles de cooperación

Células que viven en células



Niveles de cooperación

Organismos multicelulares



Niveles de cooperación

Sociedades



Niveles de cooperación

Ecosistemas



El isomorfismo evolución - probabilidad

Replicator dynamic - Teorema de Bayes

$$\underbrace{P\left(\frac{\text{Hipótesis o}}{\text{Forma de vida}} \mid \text{Datos,} \frac{\text{Modelo}}{\text{Causal}}\right)}_{\text{Nueva proporción de la variante}} = \frac{\overbrace{P\left(\text{Datos,} \frac{\text{Hipótesis o}}{\text{Forma de vida}}, \frac{\text{Modelo}}{\text{Causal}}\right) P\left(\frac{\text{Hipótesis o}}{\text{Forma de vida}} \mid \frac{\text{Modelo}}{\text{Causal}}\right)}}{\underbrace{P\left(\text{Datos,} \frac{\text{Modelo}}{\text{Causal}}\right)}_{\text{Proporción sobreviviente}}} \underbrace{\frac{\text{Adaptabilidad de la variante a la realidad}}{\text{Vieja proporción de la variante}}}_{\text{Vieja proporción de la variante}}$$

El isomorfismo evolución - probabilidad

Replicator dynamic - Teorema de Bayes

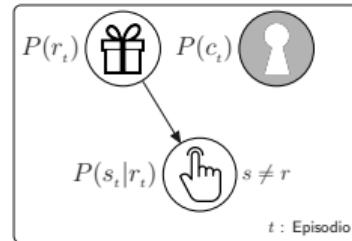


- Conjuntos de hipótesis elementales forman **variables**

El isomorfismo evolución - probabilidad

Replicator dynamic - Teorema de Bayes

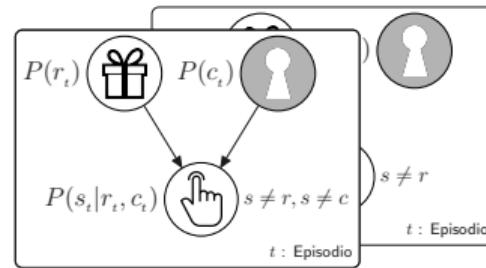
- Conjuntos de hipótesis elementales forman **variables**
- Agregaciones de variables forman **modelos**



El isomorfismo evolución - probabilidad

Replicator dynamic - Teorema de Bayes

- Conjuntos de hipótesis elementales forman **variables**
- Agregaciones de variables forman **modelos**



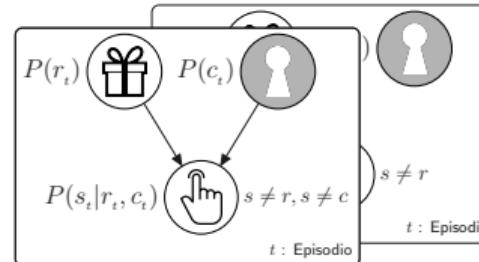
El isomorfismo evolución - probabilidad

Replicator dynamic - Teorema de Bayes

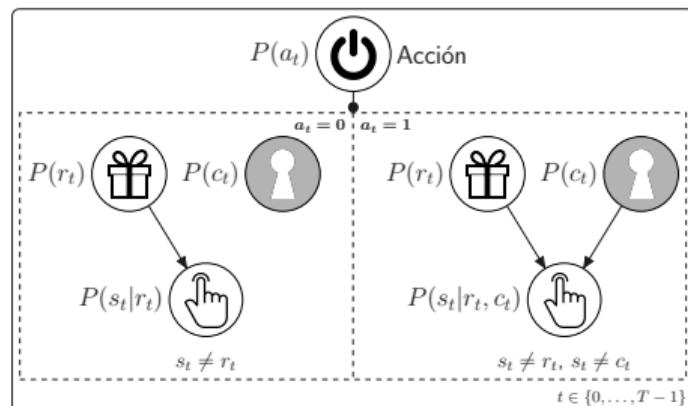
- Conjuntos de hipótesis elementales forman **variables**



- Agregaciones de variables forman **modelos**



- Agregaciones de modelos forman **teorías**



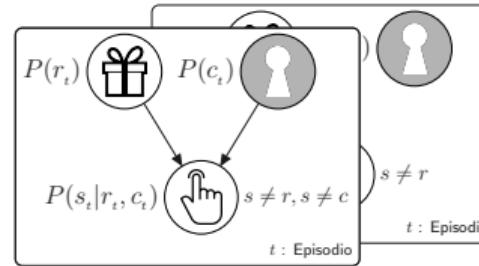
El isomorfismo evolución - probabilidad

Replicator dynamic - Teorema de Bayes

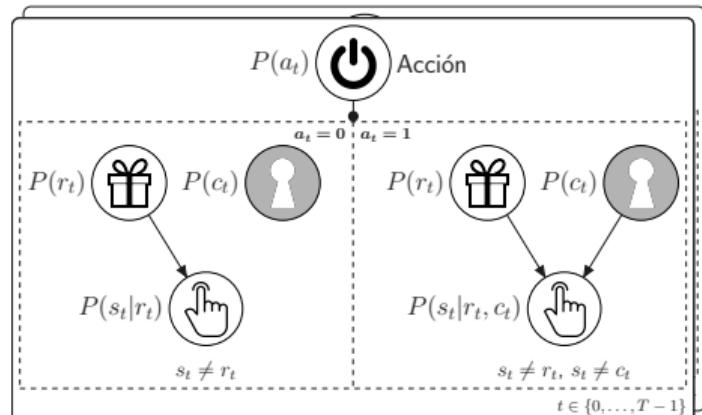
- Conjuntos de hipótesis elementales forman **variables**



- Agregaciones de variables forman **modelos**



- Agregaciones de modelos forman **teorías**



- Conjuntos de teorías forman **paradigmas**

Pregunta 4

¿Nos conviene dejar de aportar al fondo común?
(mientras seguimos recibiendo la cuota del fondo)

Dilema del prisionero

Tragedia de los comunes

	Otro	<i>C</i>	<i>D</i>
Focal	<i>C</i>	$v - c$	$-c$
	<i>D</i>	v	0

C: Cooperar

v: Ventaja

D: Desertar

c: Costo

Dilema del prisionero

Tragedia de los comunes

	Otro	<i>C</i>	<i>D</i>
Focal	\	<i>v - c</i>	- <i>c</i>
	/	<i>v</i>	0

C: Cooperar
D: Desertar

v: Ventaja
c: Costo

¿Qué haría von Neumann?

Dilema del prisionero

Tragedia de los comunes

	Otro	<i>C</i>	<i>D</i>
Focal	\	<i>v - c</i>	- <i>c</i>
	/	<i>v</i>	0

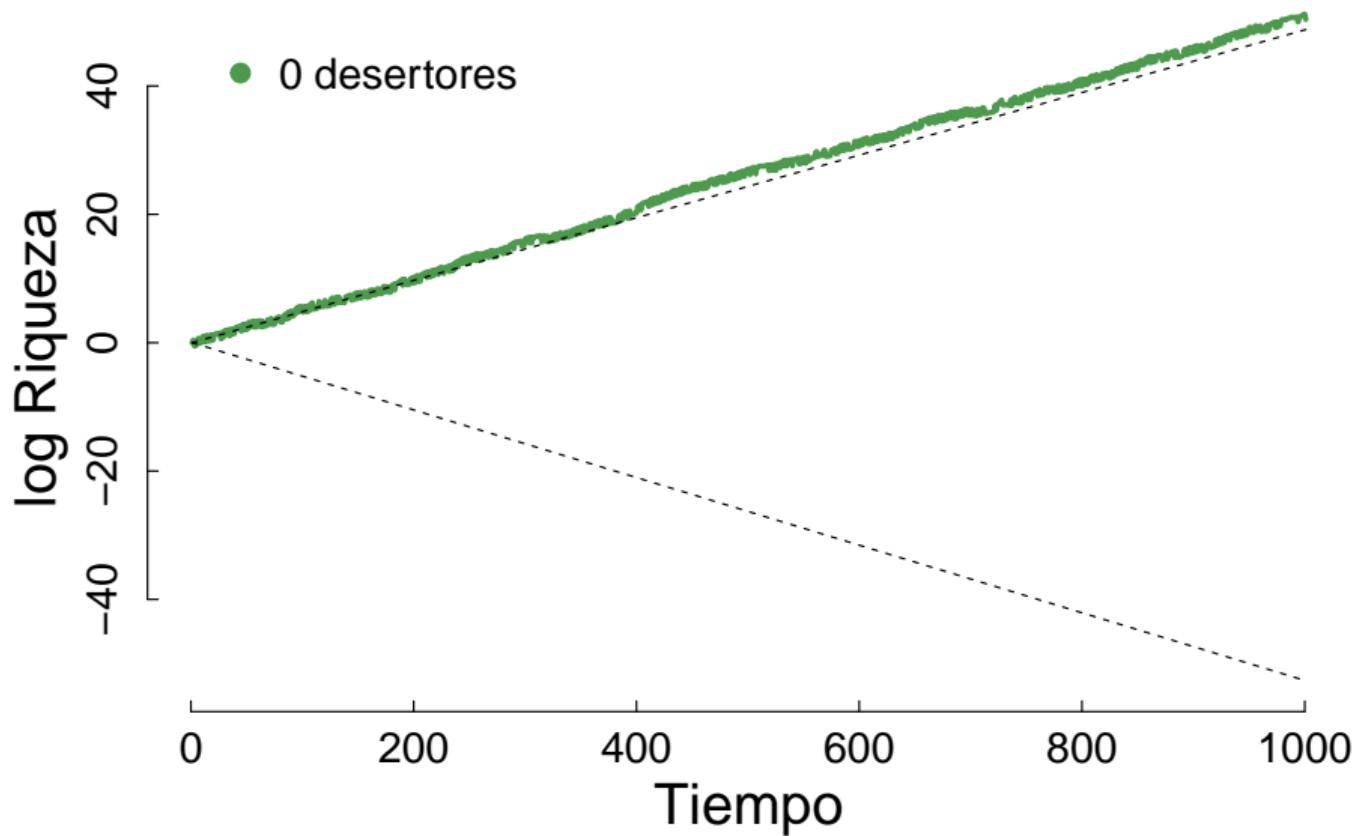
C: Cooperar
D: Desertar

v: Ventaja
c: Costo

¿Qué pasa si dejamos de cooperar en un grupo de 2?

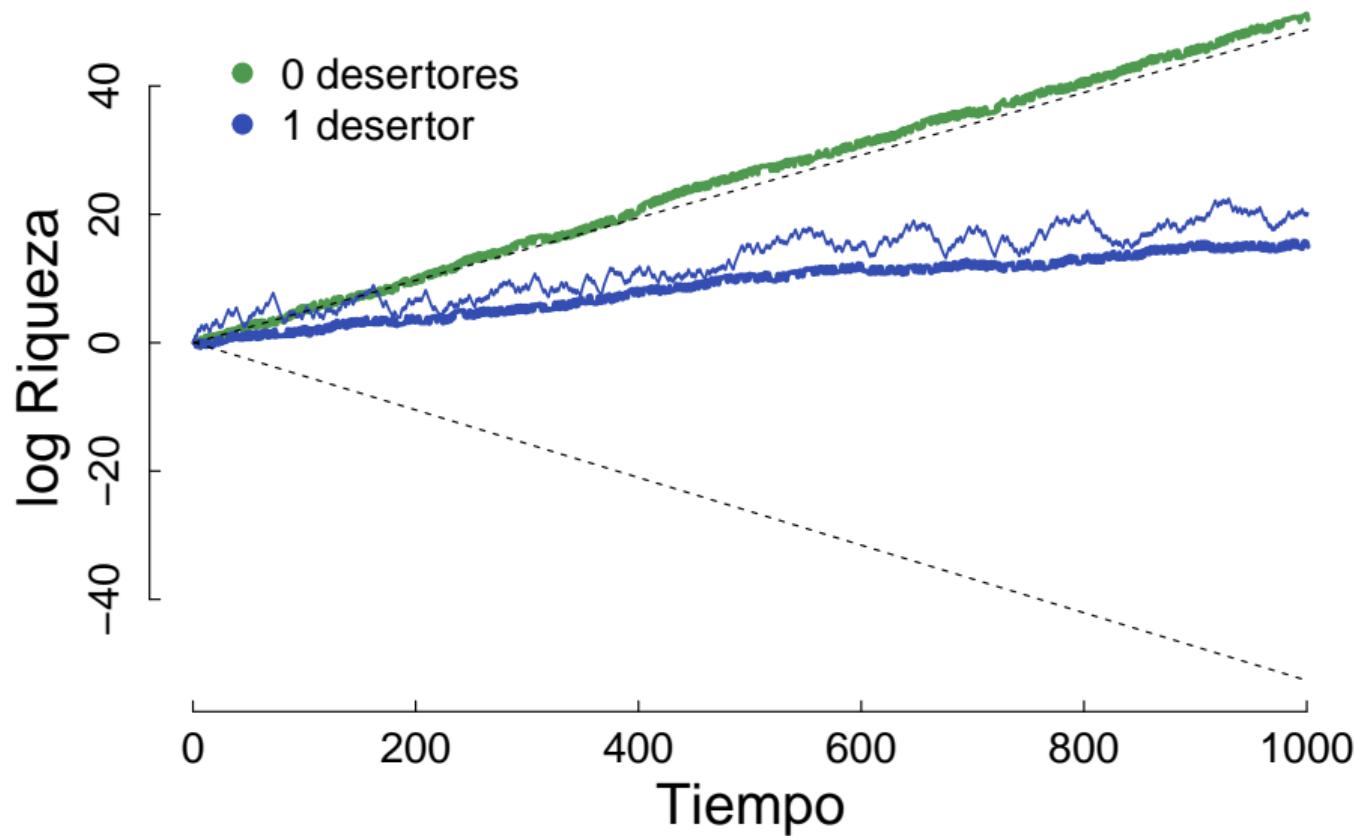
Dilema del prisionero

Tragedia de los comunes



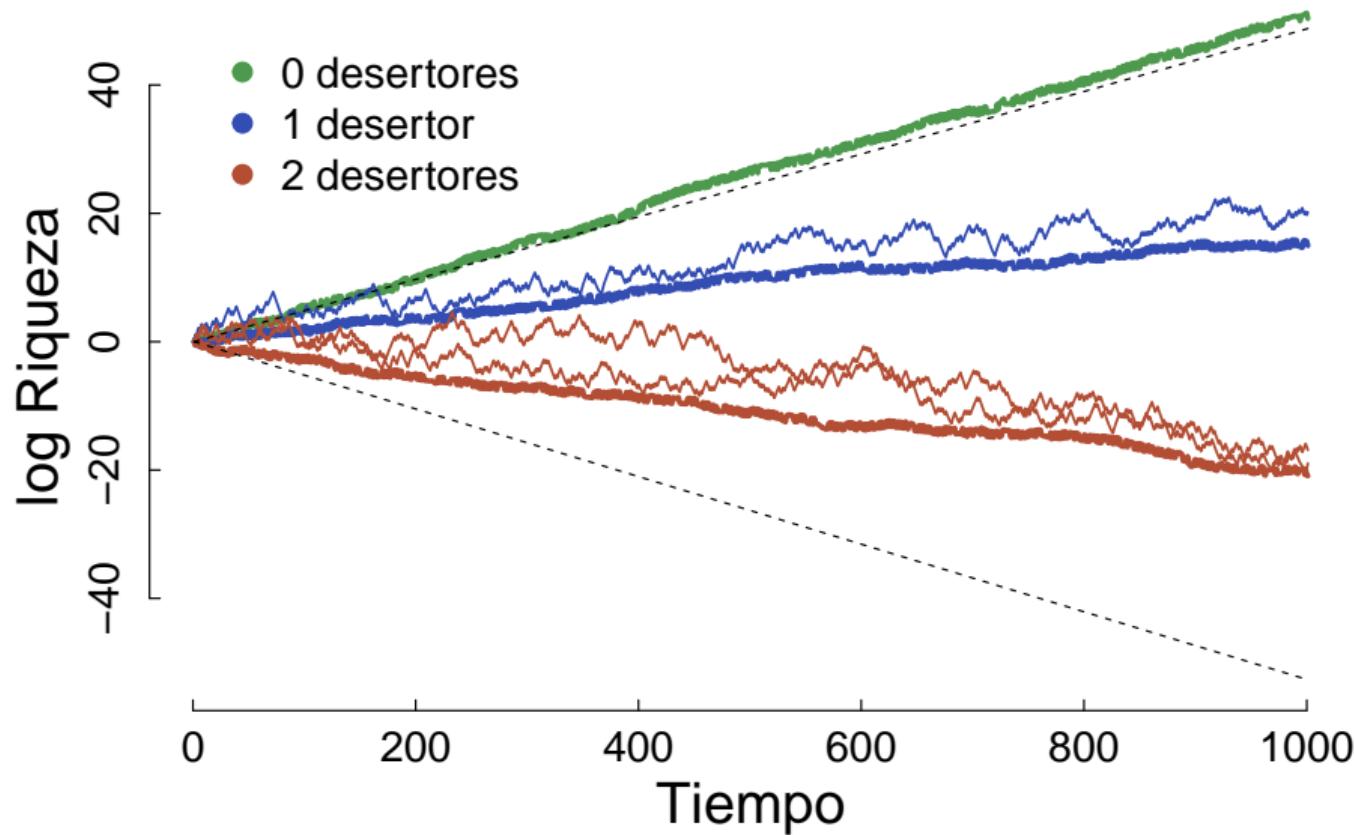
Dilema del prisionero

Tragedia de los comunes



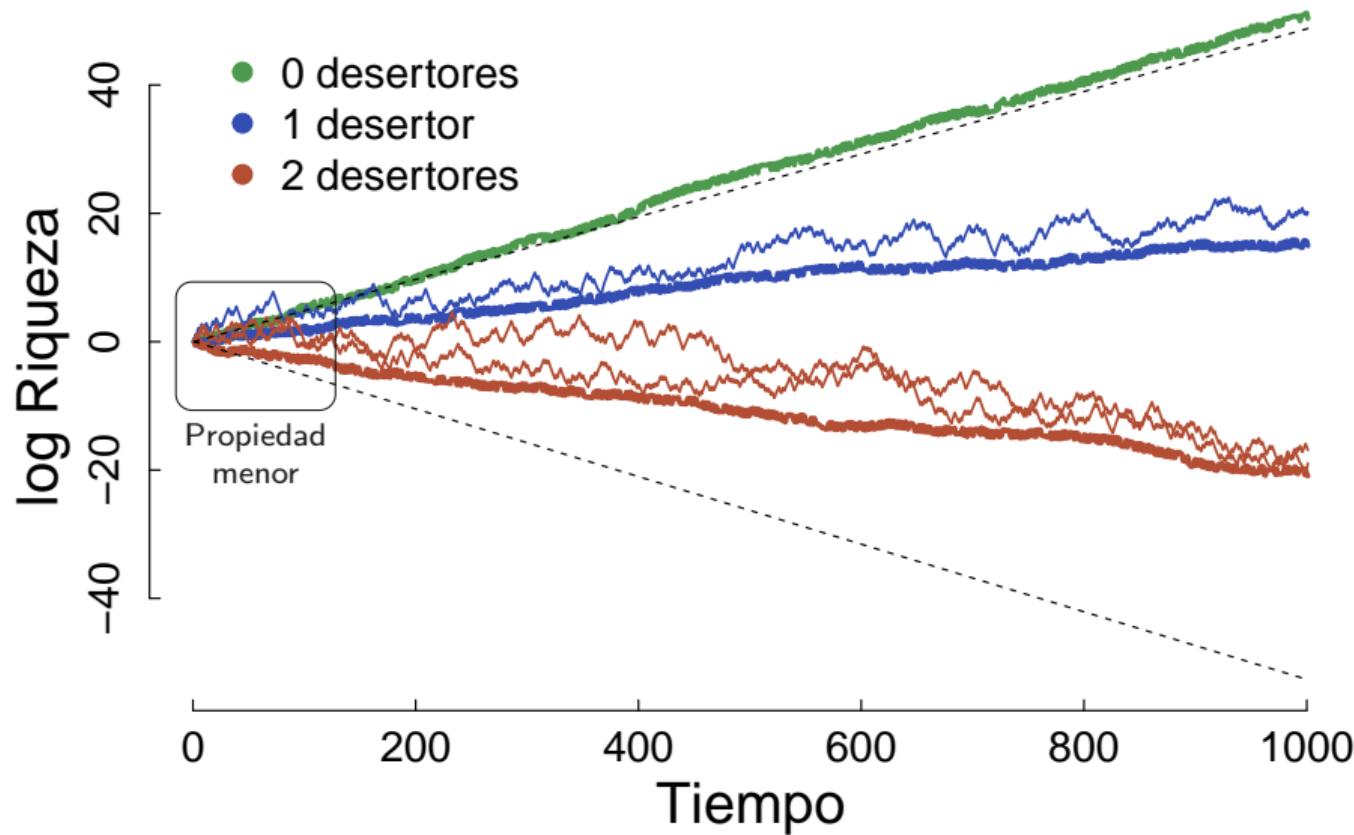
Dilema del prisionero

Tragedia de los comunes



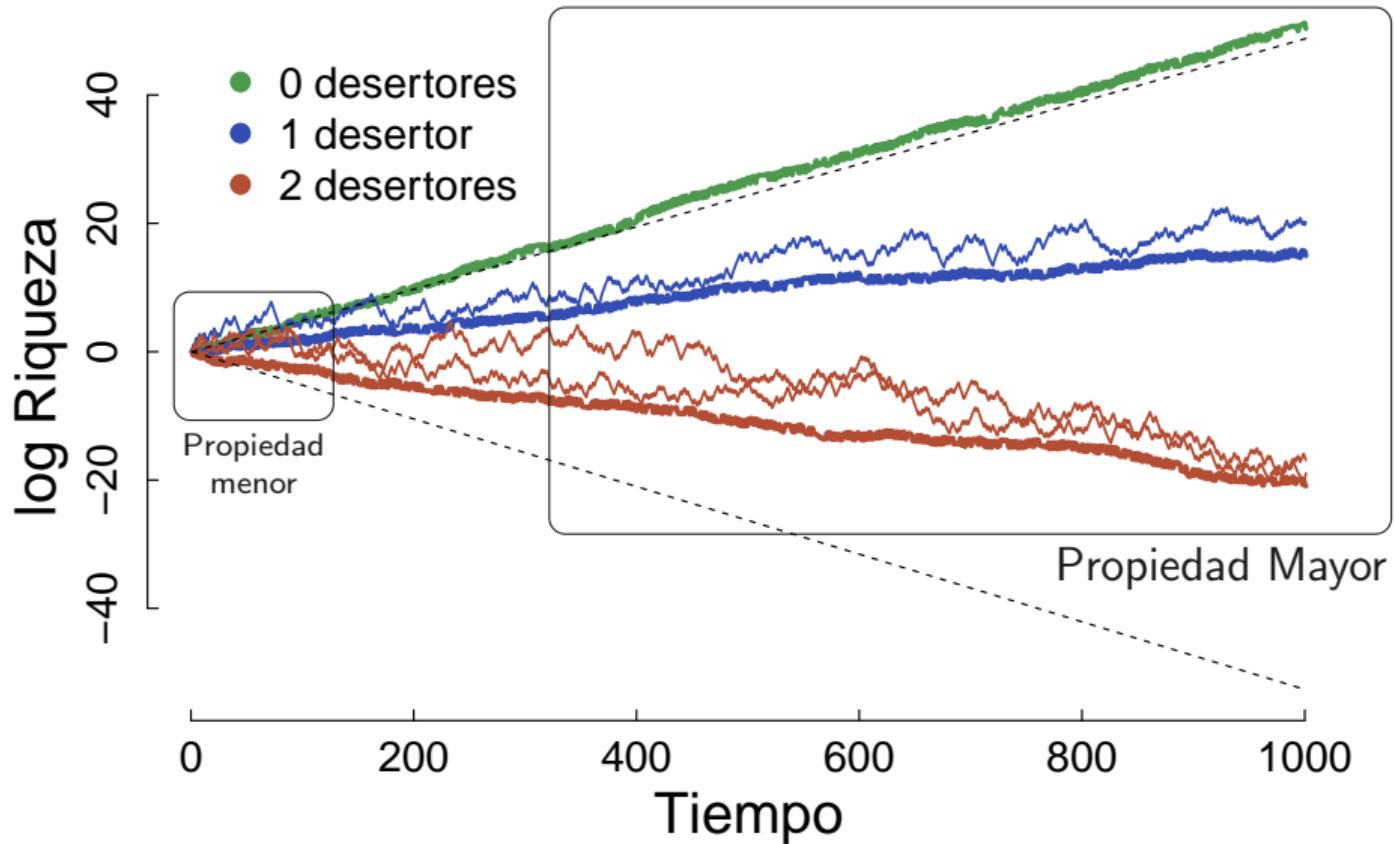
Dilema del prisionero

Tragedia de los comunes



Dilema del prisionero

Tragedia de los comunes



~~Dilema del prisionero~~

~~Tragedia de los comunes~~

La ventaja de la pluralidad es práctica
Su ruptura tiene consecuencias negativas evidentes

La ventaja de la pluralidad

En probabilidad

En probabilidad un modelo predice con la cooperación de todas sus hipótesis internas.

La ventaja de la pluralidad

En probabilidad

En probabilidad un modelo predice con la cooperación de todas sus hipótesis internas.

$$P(\text{Datos}|\text{Modelo}) = \sum_{\text{Hipótesis} \in \text{Modelo}} P(\text{Datos}|\text{Hipótesis, Modelo}) P(\text{Hipótesis}|\text{Modelo})$$

La ventaja de la pluralidad

En probabilidad

En probabilidad un modelo predice con la cooperación de todas sus hipótesis internas.

$$\underbrace{P(\text{Datos}|\text{Modelo})}_{\text{La predicción que hace el modelo}} = \sum_{\text{Hipótesis} \in \text{Modelo}} \underbrace{P(\text{Datos}|\text{Hipótesis, Modelo})}_{\text{La predicción que hacen las hipótesis internas}} \underbrace{P(\text{Hipótesis}|\text{Modelo})}_{\text{El peso de la hipótesis}}$$

La ventaja de la pluralidad

En probabilidad

En probabilidad un modelo predice con la cooperación de todas sus hipótesis internas.

$$\underbrace{P(\text{Datos}|\text{Modelo})}_{\text{La predicción que hace el modelo}} = \sum_{\text{Hipótesis} \in \text{Modelo}} \underbrace{P(\text{Datos}|\text{Hipótesis, Modelo})}_{\text{La predicción que hacen las hipótesis internas}} \underbrace{P(\text{Hipótesis}|\text{Modelo})}_{\text{El peso de la hipótesis}}$$

Con que haya una hipótesis que no prediga con 0, el modelo sobrevive.

La ventaja de la pluralidad

En probabilidad

En ML y AI se suele seleccionar una hipótesis optimizando una función de costo arbitraria.

$$P(\text{Datos}|\text{Modelo}) \approx P(\text{Datos}|\text{Hipótesis, Modelo})$$

La ventaja de la pluralidad

En probabilidad

En ML y AI se suele seleccionar una hipótesis optimizando una función de costo arbitraria.

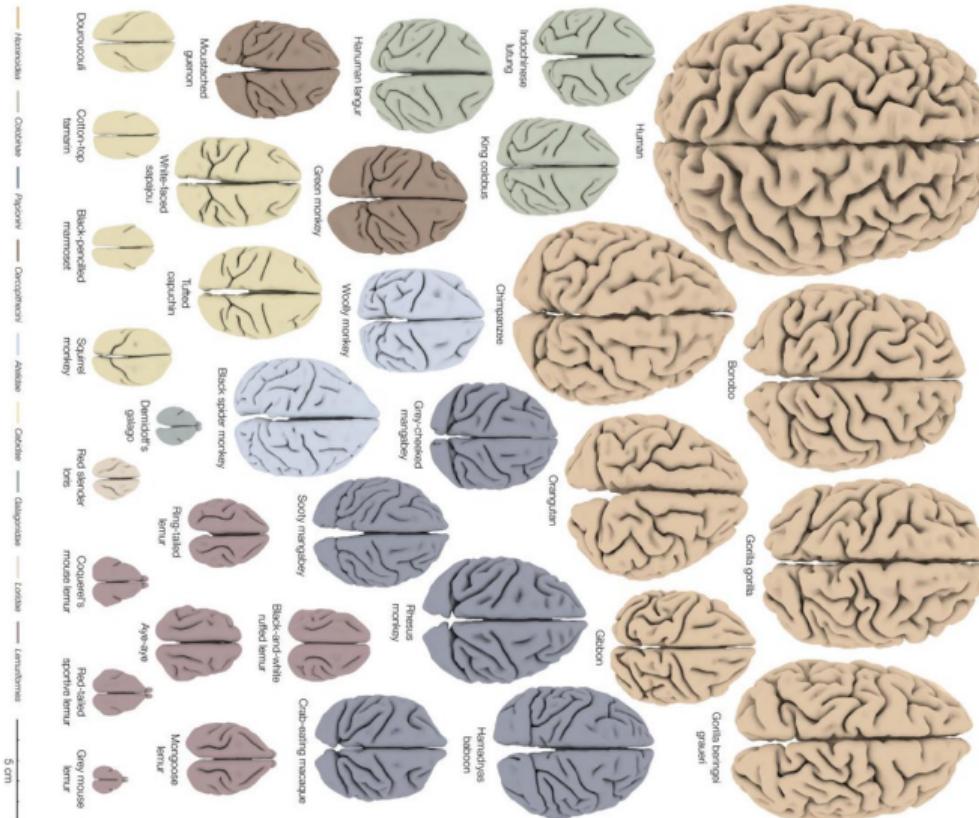
$$P(\text{Datos}|\text{Modelo}) \approx$$

$$P(\text{Datos}|\text{Hipótesis, Modelo})$$

Overfitting!

Si esa hipótesis predice con 0, el modelo muere.

La ventaja de la pluralidad En evolución





Crianza cooperativa
Coevolución genético-cultural

La ventaja de la pluralidad

En evolución



La ventaja de la pluralidad

En evolución



La ventaja de la pluralidad

En evolución



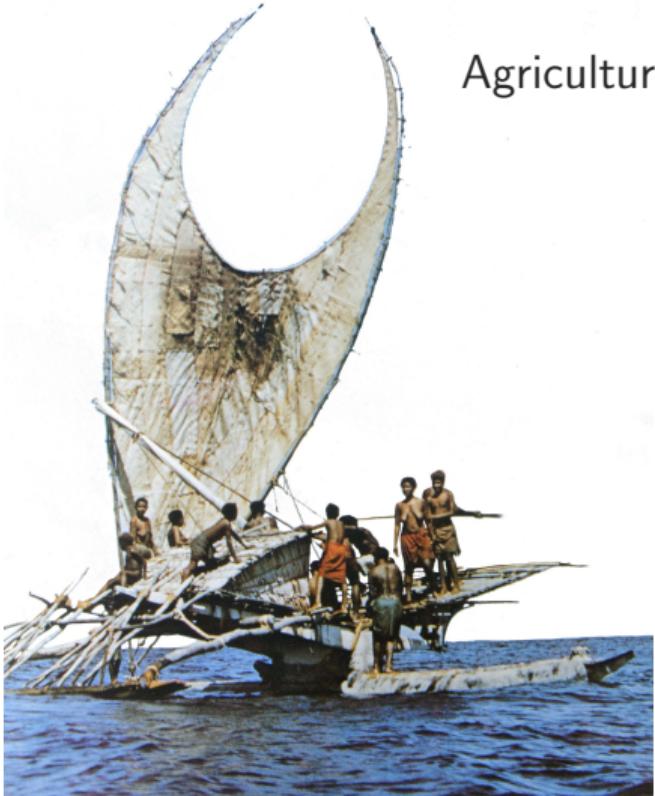
Reciprocidad ecológica

Domesticación

La ventaja de la pluralidad

En evolución

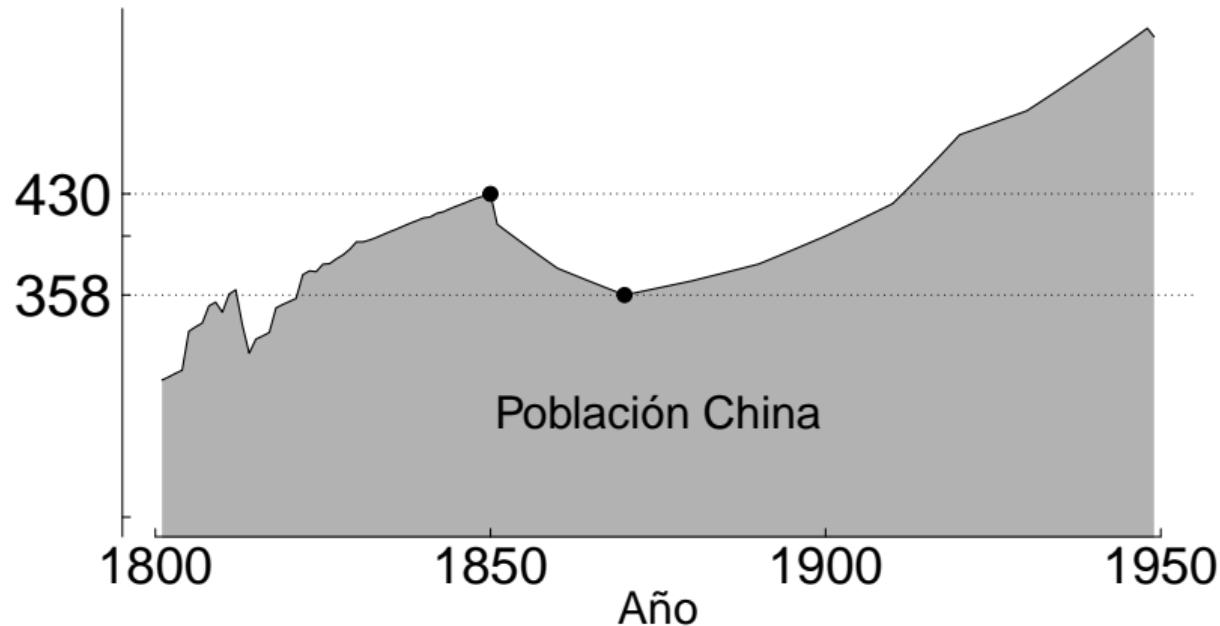
Agricultura → Aumento poblacional → Centros de innovación



La ventaja de la pluralidad

En evolución

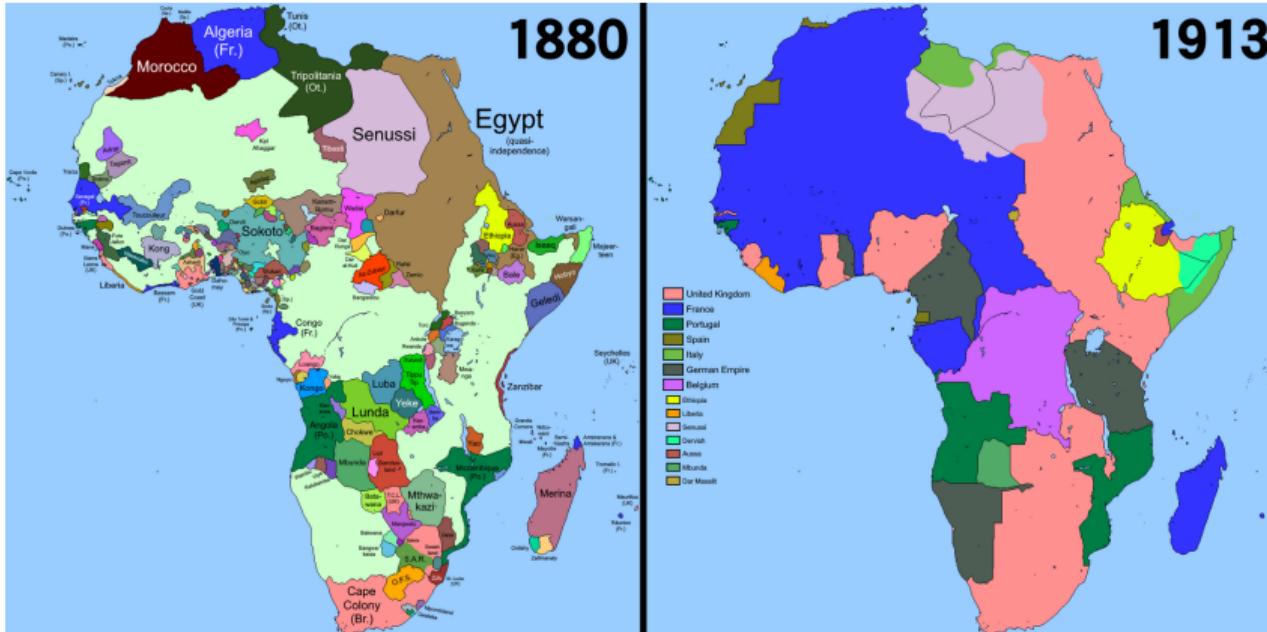
Luego de la derrota China comienza la era de los genocidios (1850-)



La ventaja de la pluralidad

En evolución

Luego de la derrota China comienza la era de los genocidios (1850-)



La ventaja de la pluralidad

En evolución

Luego de la pérdida de diversidad cultural vino la pérdida de biodiversidad
Amazonas



1986



2020

La ventaja de la pluralidad

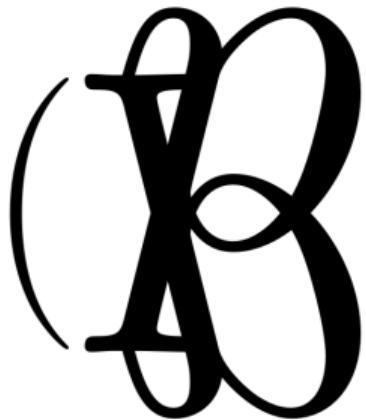
En evolución

Luego de la pérdida de diversidad cultural vino la pérdida de biodiversidad
Amazonas



A pesar de los avances científicos, la crisis ecológica no deja de profundizarse

La ventaja de la pluralidad es práctica
En probabilidad y en evolución



Bayes Plurinacional

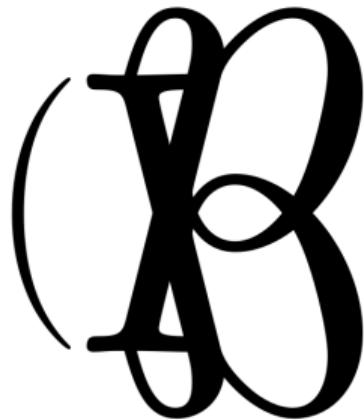
La ventaja de la pluralidad es práctica
En probabilidad y en evolución



Bayes Plurinacional

Distribución de creencias óptimas dada la información disponible

La ventaja de la pluralidad es práctica
En probabilidad y en evolución



Bayes Plurinacional

Distribución de creencias óptimas dada la información disponible
Acuerdos intersubjetivos en contextos de incertidumbre



Bayes
Plurinacional