

**LA CIENCIA DE LA COMPLEJIDAD
COMO HERRAMIENTA
PARA CONSTRUIR LA PAZ**

Carlos E. Punte
University of California, Davis

Universidad del Rosario
21 de Agosto de 2008

Tesis

Nosotros humanos, con el regalo del alma,
podemos aprender de avances recientes
relacionados con la complejidad natural
para hallar y sembrar la paz...

Resumen

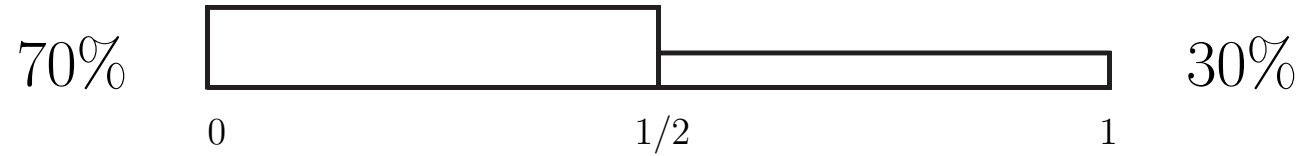
Lecciones a partir de la turbulencia

Lecciones a partir del caos

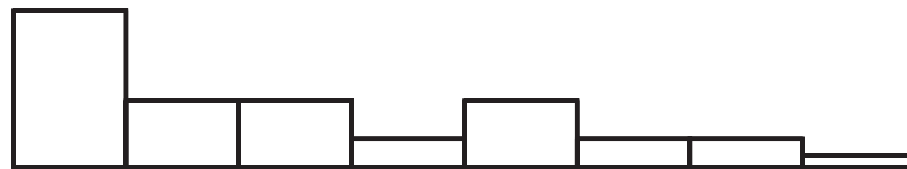
Lecciones a partir de leyes de potencia

Lecciones a partir de la turbulencia

Un juego de niños

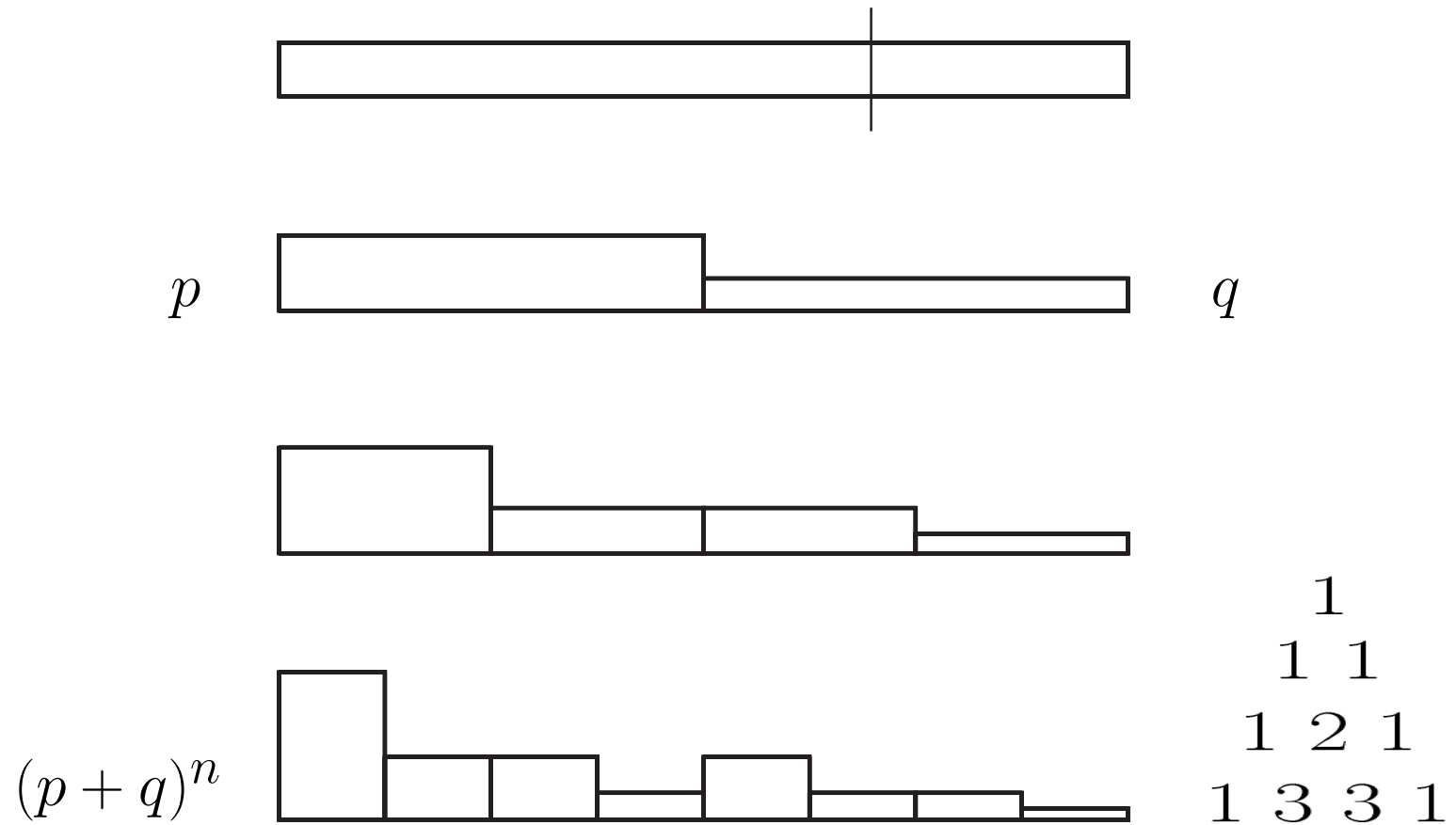


$$h = (0.7 \cdot 2)^3$$



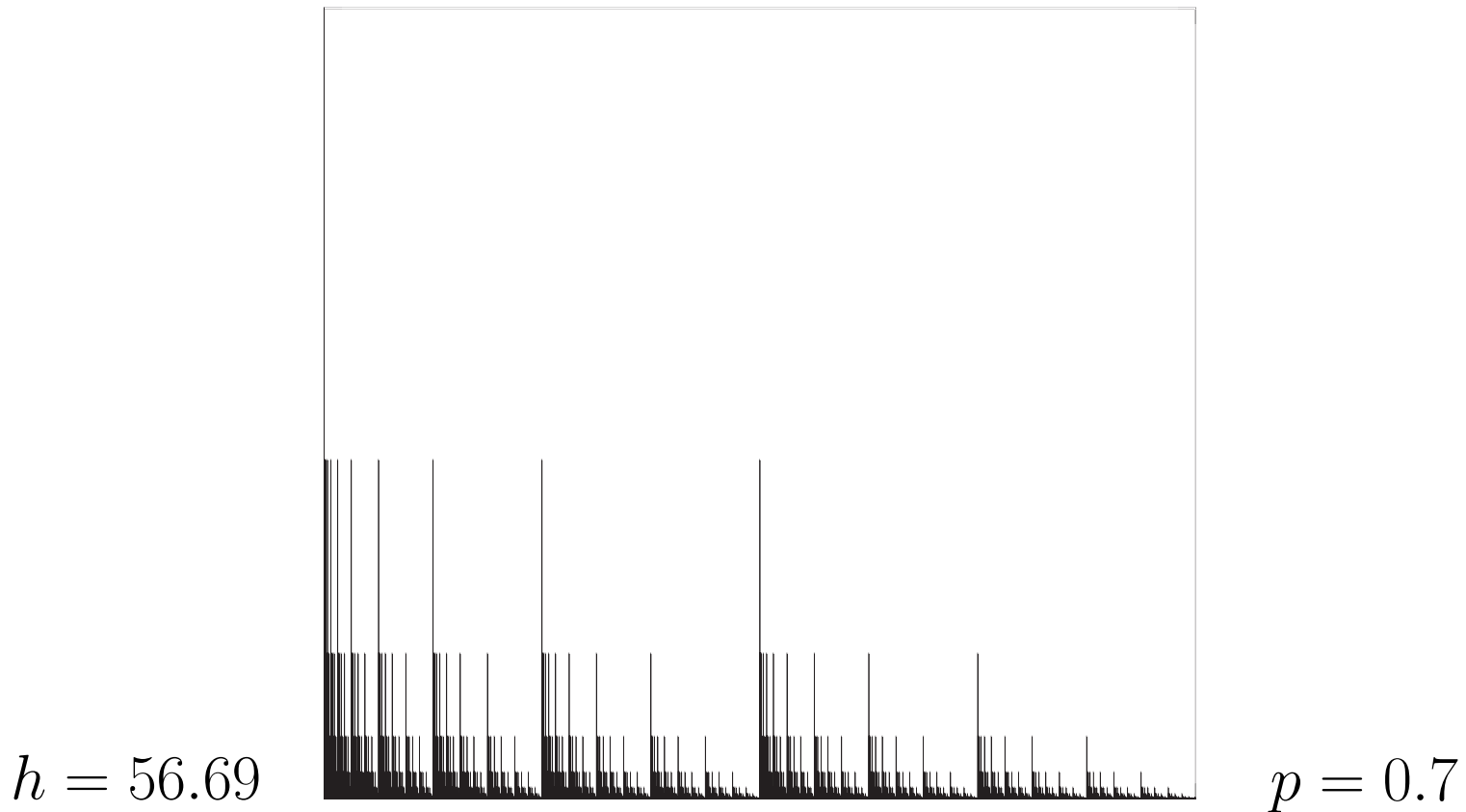
⋮

Una cascada multiplicativa



...expansión binomial y el triángulo de Pascal

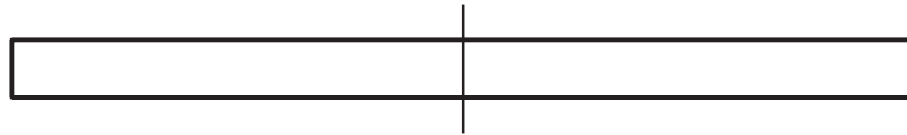
Después de $n = 12$ niveles



una medida **multifractal**:

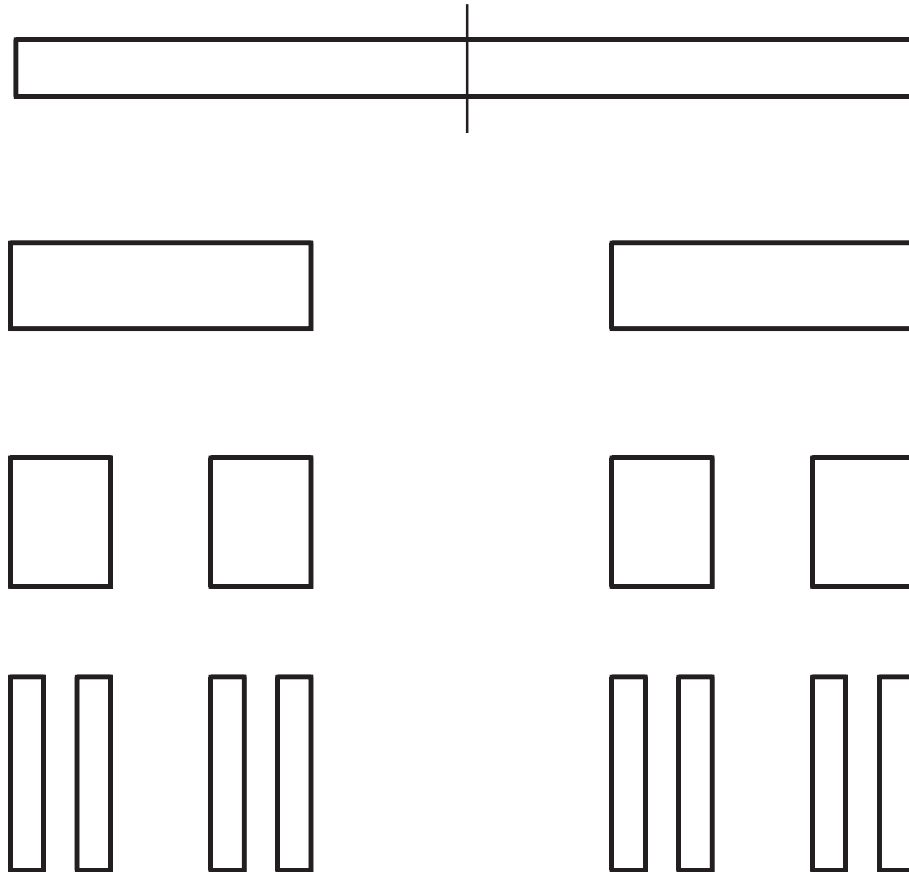
capas de **espinas** entrelazadas y con densidades diversas
el soporte de cada capa es un **polvo** fractal

Otro juego de niños



⋮

Otra cascada divisiva

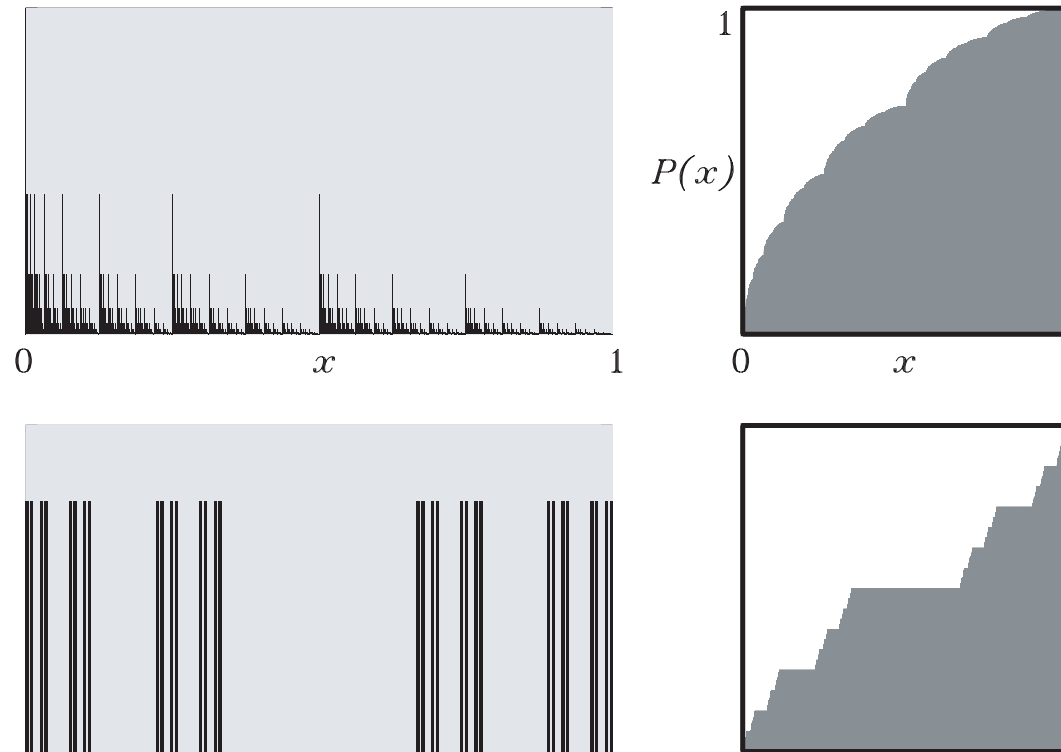


espinas iguales y disyuntas sobre **polvo**

reproduce las capas de la primera cascada variando el hueco:

las dos cascadas están íntimamente **relacionadas**

Plastilinas acumuladas

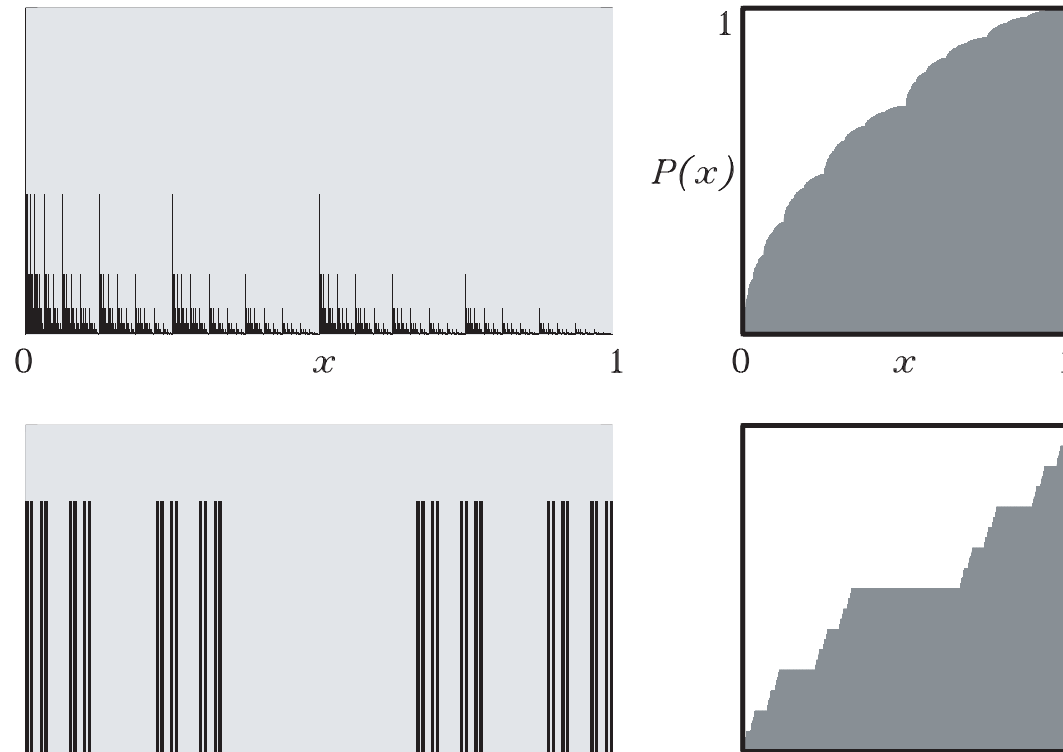


a partir de la dinámica de los juegos:

muecas arriba, $P(1/2) = 0.7$, $P(1/4) = 0.49$, etc.

mesetas abajo, $P(1/3) = P(2/3) = 1/2$, etc.

Las escaleras del diablo

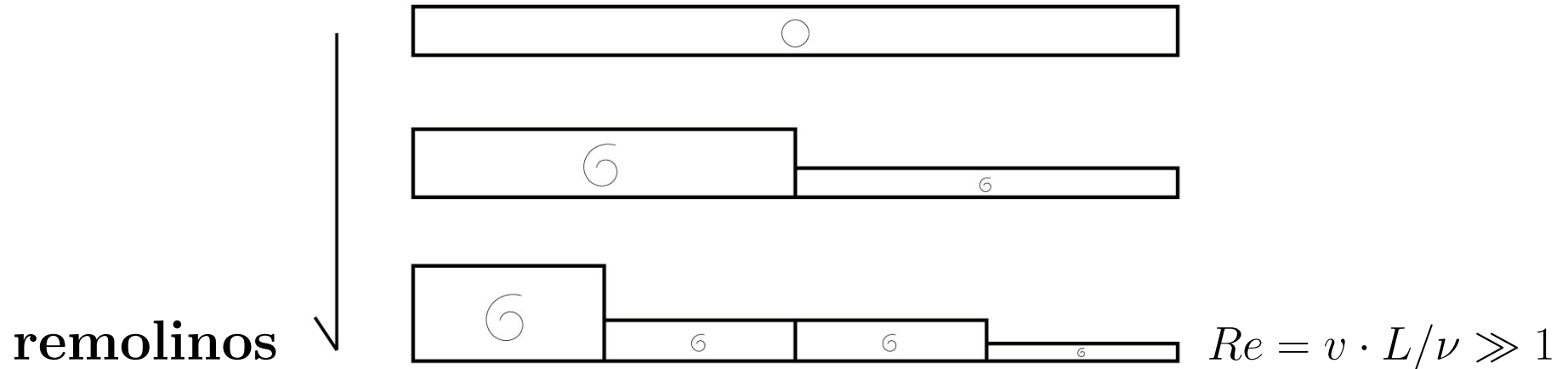


los perfiles son **localmente planos** y carecen de tangentes
al final siempre tienen **longitudes máximas**:

$$d\{(0, 0), (1, 1)\} = 2, \quad p \neq 1/2, \quad h \neq 0$$

Turbulencia completamente desarrollada

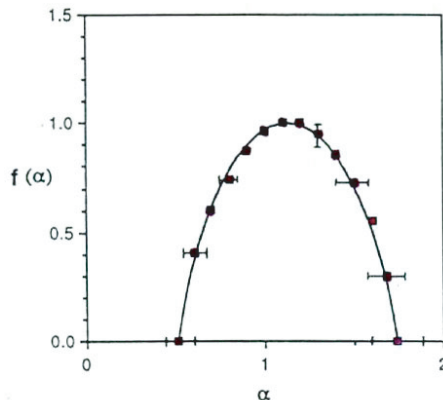
(Meneveau y Sreenivasan, 1987)



capas en turbulencia uni-dimensional como en la primera cascada

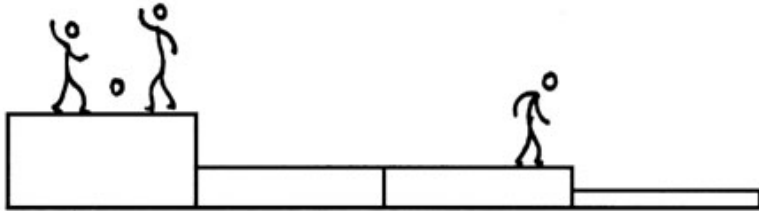
disipación: turbulencia atmosférica, capa límite...

$$p = 0.7$$



universal

Nuestros tiempos turbulentos



competencia

desigualdad

cinismo



discriminación

igualdad forzada

desconfianza

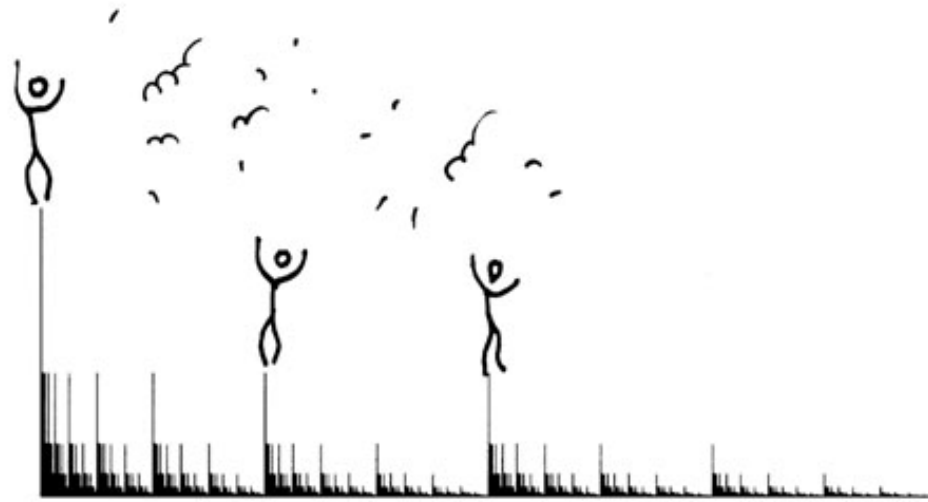
posturas y acciones **egoístas**

2/3 de la población mundial bajo **pobreza**

6,000 niños **mueren** al día por falta de **agua**

violencia y terror...

¿Un sistema óptimo?

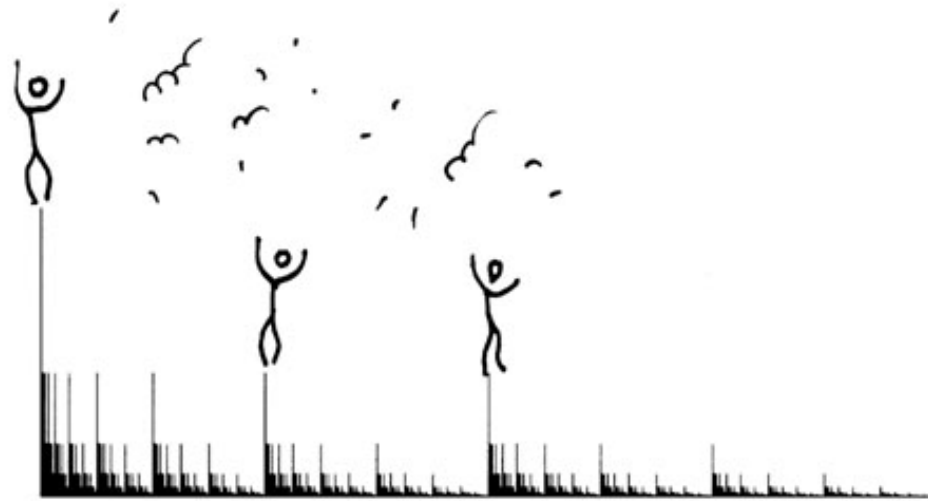


$$p = 0.7$$

$$n = 20$$

el 5, 10, 20 y 40% de las espinas más grandes
contienen el 57, 70, 84 y 95% de la masa

¿Un sistema óptimo?



$$p = 0.7$$

$$n = 20$$

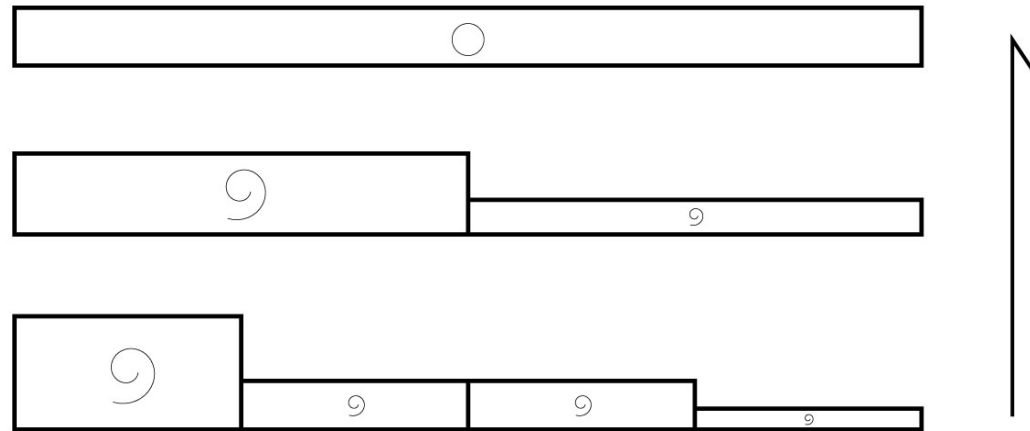
el 5, 10, 20 y 40% de las espinas más grandes
contienen el 57, 70, 84 y 95% de la masa

esto se ajusta a **Estados Unidos**: 59, 71, 84 y 95%

Moraleja: como ambas cascadas **disipan** la energía,
al seguirlas, ellas nos llevan a “morder el polvo”

Solución de sentido común

invierta la dirección de la cascada para **reparar** lo roto:



viva a números de Reynolds bajos para evitar la **violencia**

“corte montañas y rellene valles” para restaurar la **unidad**:

$$1 = 0.999\dots$$

La única solución posible

a partir de la simple **geometría** se obtiene:



sólo una condición **recta** y **sólida** sin **espinas** ni **polvo**

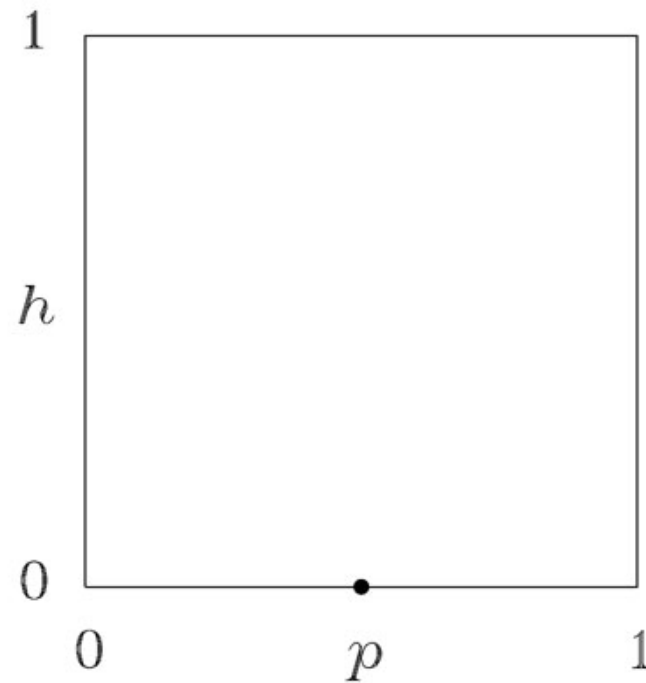
la acumulación de la masa es la línea **uno** a **uno**

la **hipotenusa** es el camino de la **paz**

la **división** viaja por los **catetos**

Moraleja: $X = Y$ representa y provee la **raíz** del **amor**

El equilibrio es un punto improbable



es **hipocresía** el juzgar si estamos “lejos” del **punto**
para un número **finito** de niveles se halla una superficie convexa:
el **balance** se halla fácilmente con la ayuda de la **gravedad**
en verdad existe **oscuridad** entre el **6** y el **9**...

Nuestras opciones

equilibrio

turbulencia

calma

violencia

rectitud

maldad

reconciliación

separación

integración, f

división, $\$$

unidad

polvo

$1 = 0.999 \dots$

$2/3 = 0.666 \dots$

completez

vacío

vida

disipación

CAMINOS

El uno es el más largo
y el otro es en rectitud,
uno lleva a lo amargo
y el corto a la plenitud.

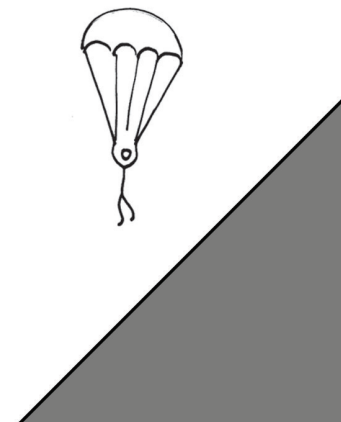
El recto lo une todo
y en el otro hay división,
el uno es humilde gozo
y en el largo perdición.

El largo es agitado
y el otro es serenidad,
uno está lleno de espinas
y el corto regala paz.



El recto es carga liviana
y el otro genera sed,
el uno es planicie santa
y el largo torcido y cruel.

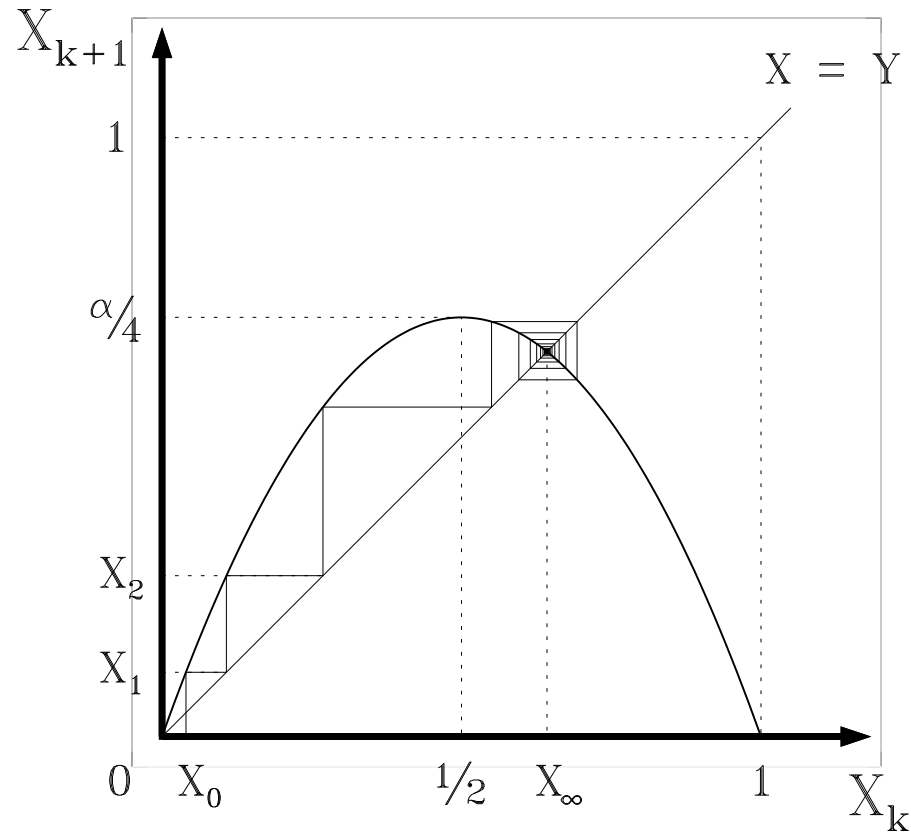
El largo es egoísta
y el otro con buen amor,
uno trae mala suerte
y el corto sana el dolor.



Lecciones a partir del caos

La parábola logística

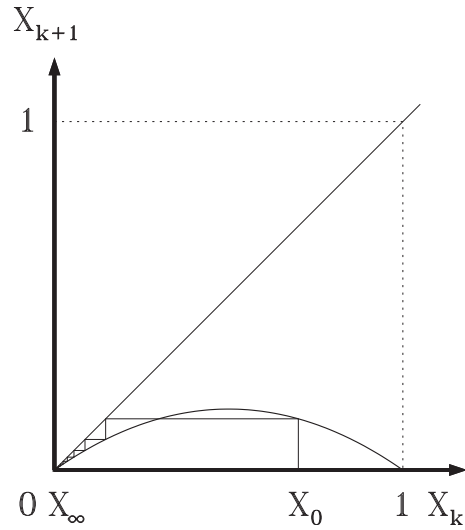
$$X_{k+1} = \alpha X_k(1 - X_k), \alpha \in [0, 4]$$



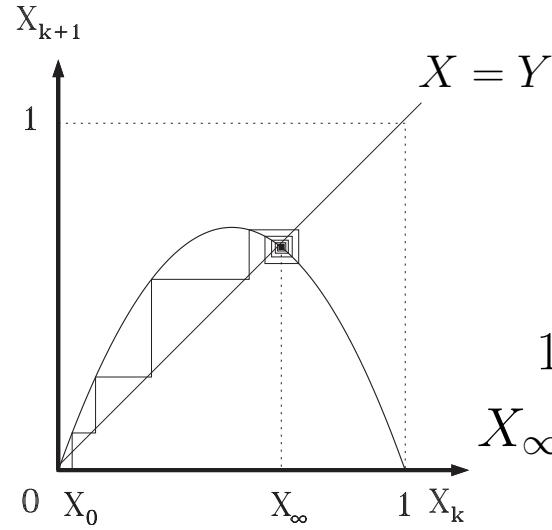
...una población de “conejos” en función del tiempo
diferentes casos dependiendo del parámetro α :

Del origen a las bifurcaciones

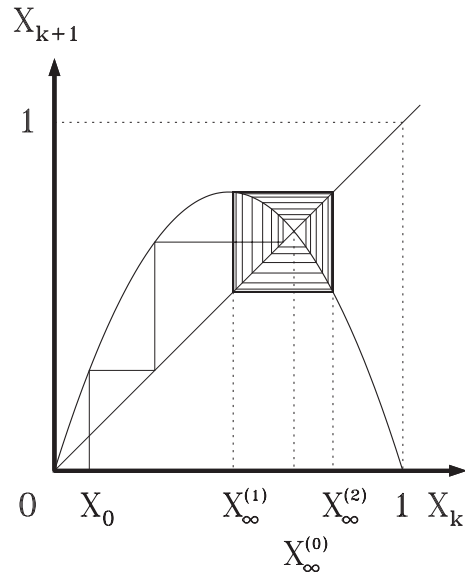
$0 < \alpha \leq 1$
 $X_\infty = 0$



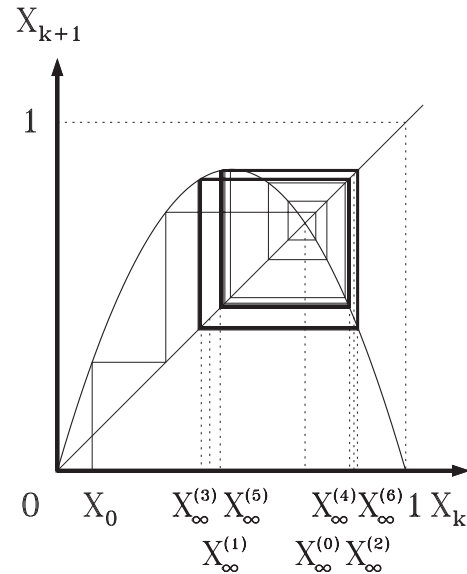
$1 < \alpha \leq 3$
 $X_\infty = (\alpha - 1)/\alpha$



$\alpha = 3.2$
 período 2



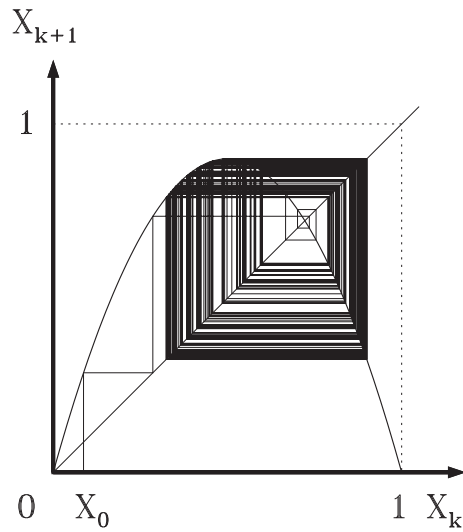
$\alpha = 3.46$
 período 4



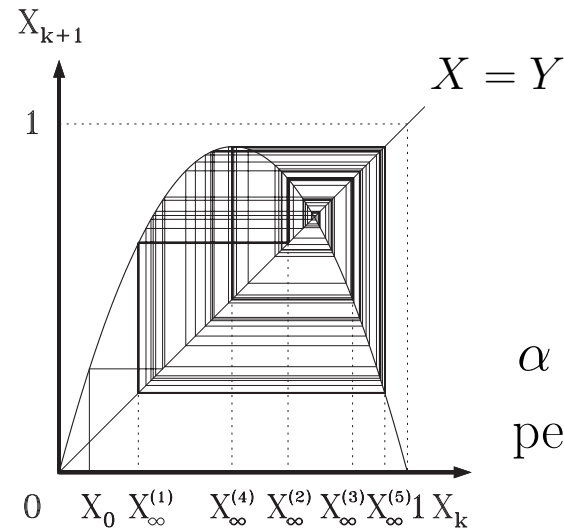
Periodicidades y caos entrelazados

$(\alpha > \alpha_\infty \approx 3.5699)$

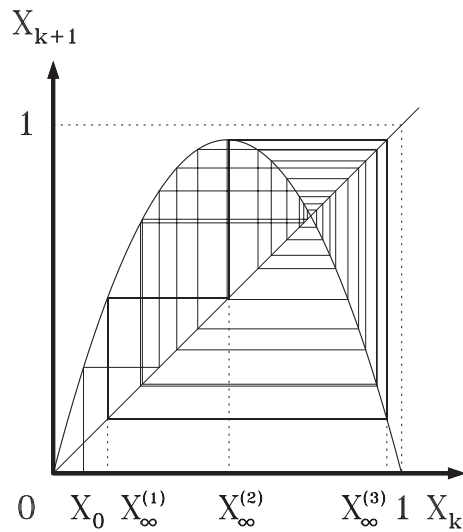
$\alpha = 3.6$
aperiódico



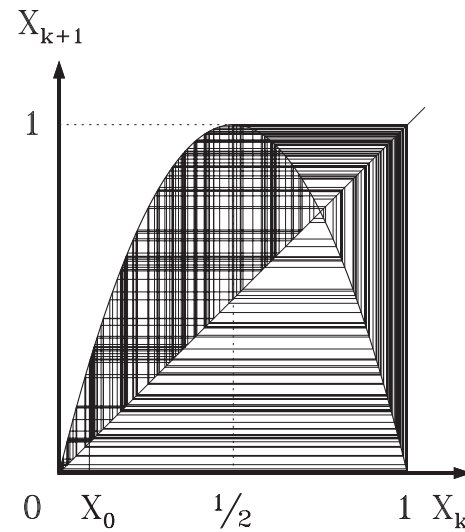
$\alpha = 3.74$
período 5



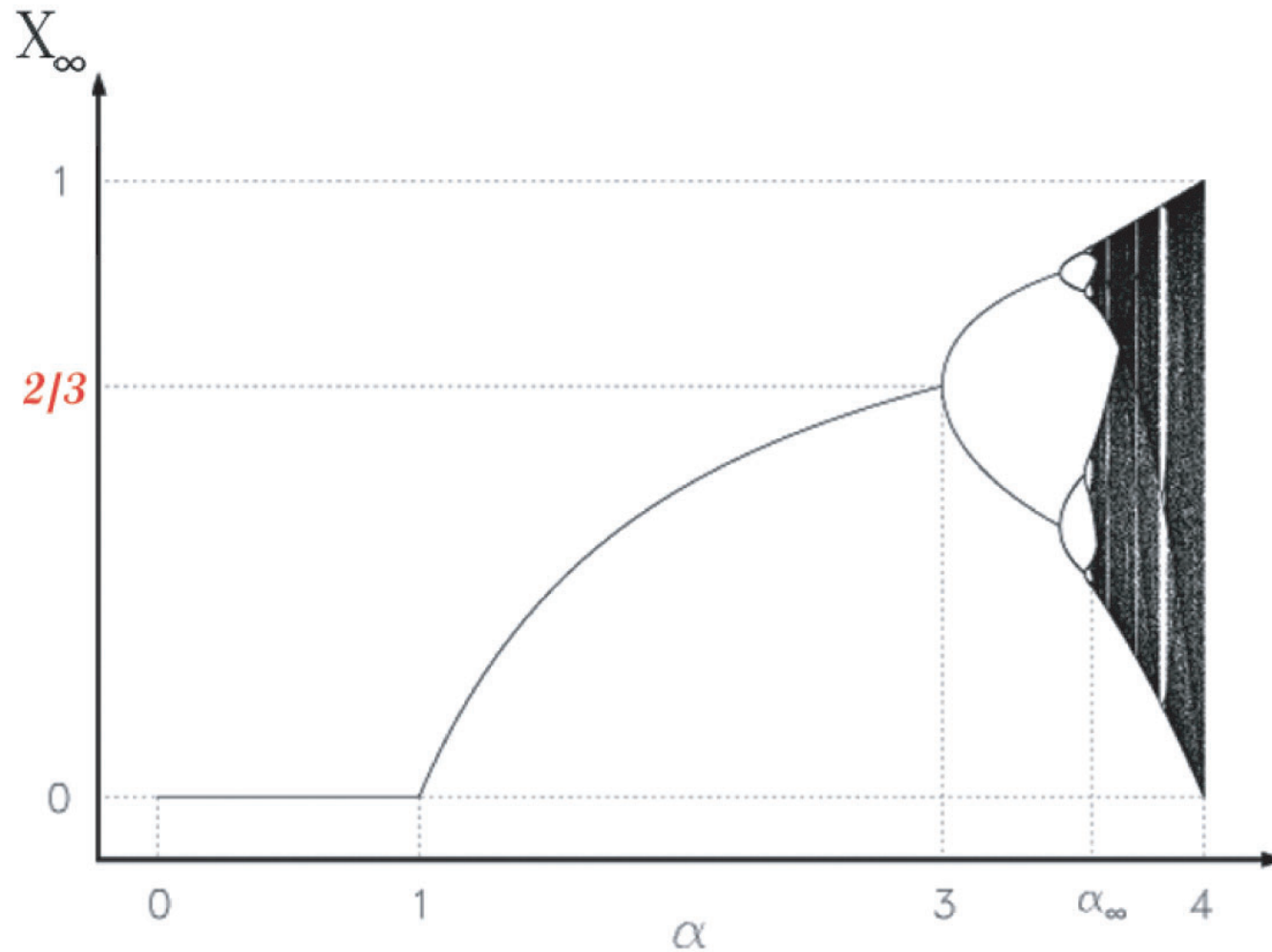
$\alpha = 3.83$
período 3



$\alpha = 4$
aperiódico

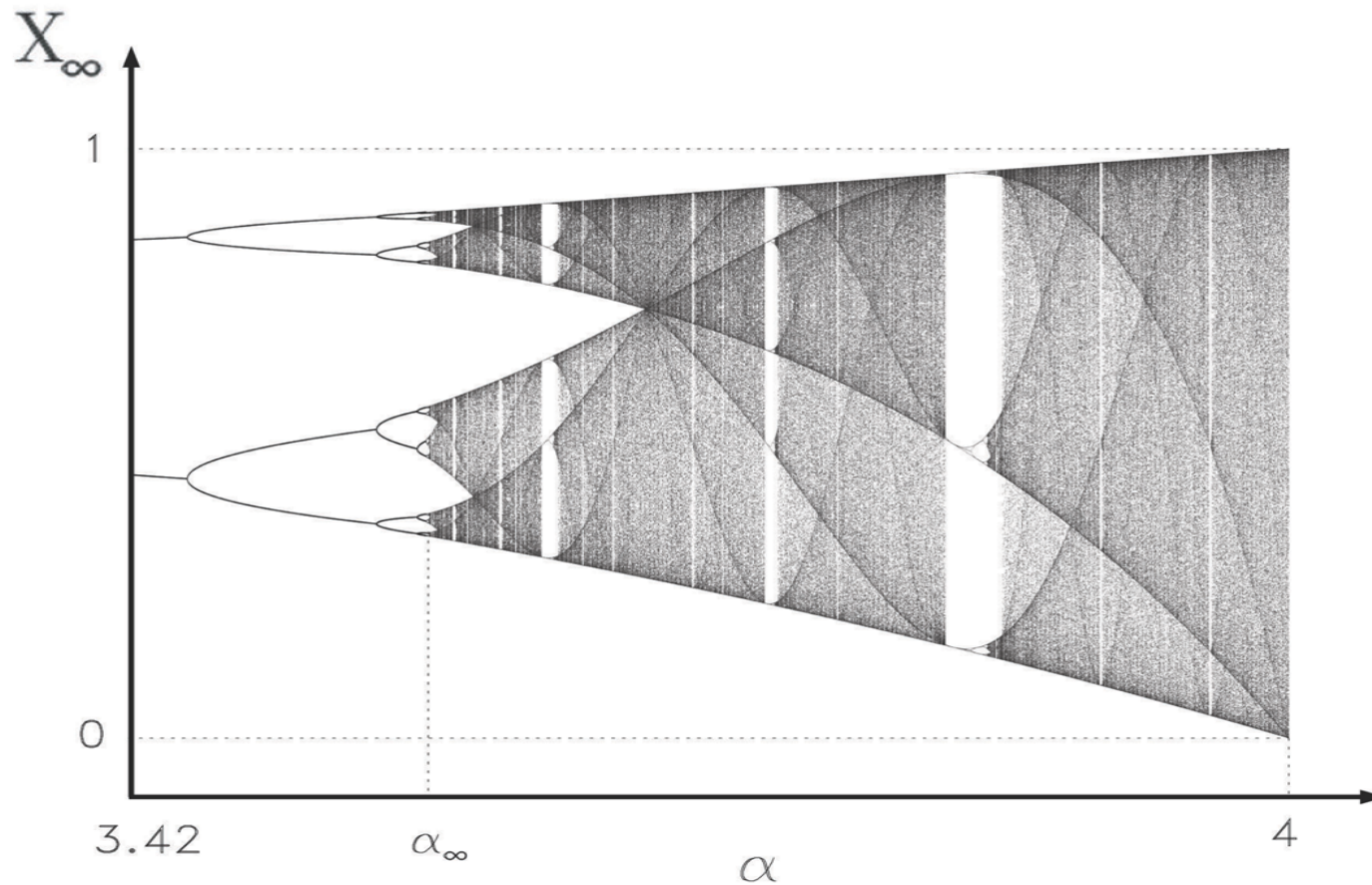


El diagrama de las bifurcaciones



el **árbol** contiene todo período, para cualquier número natural

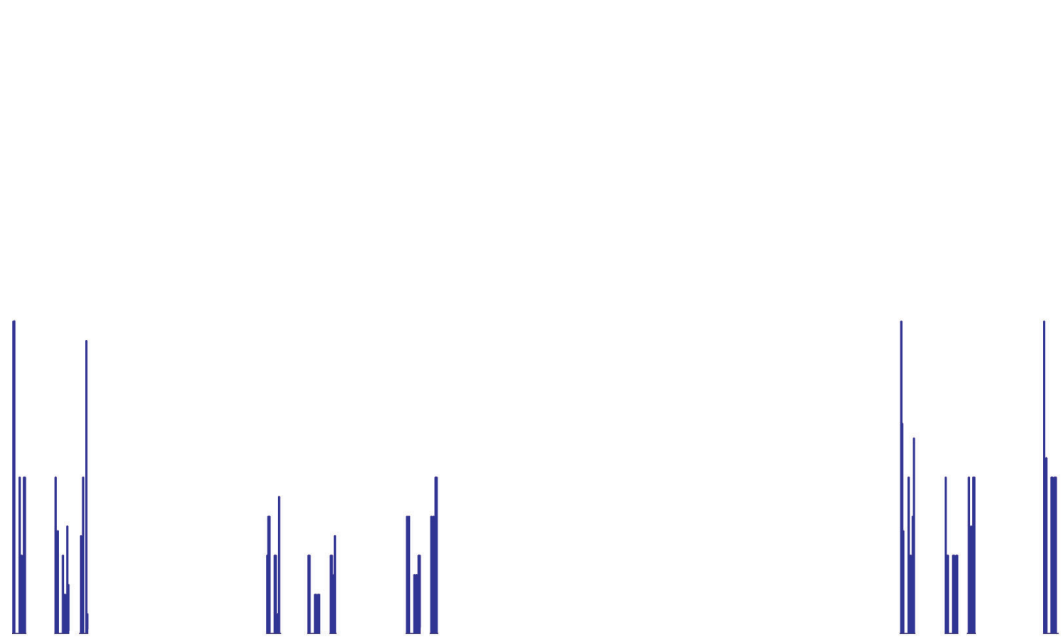
Polvo abundante y auto-similaridad



desde α_∞ son comunes los atrayentes extraños **polvorientos**
en los “**brotos**” periódicos se hallan copias reducidas del árbol

Multitud de espinas

el árbol caótico contiene muchas medidas **multifractales**
ellas combinan desequilibrios y huecos, como en α_∞ :

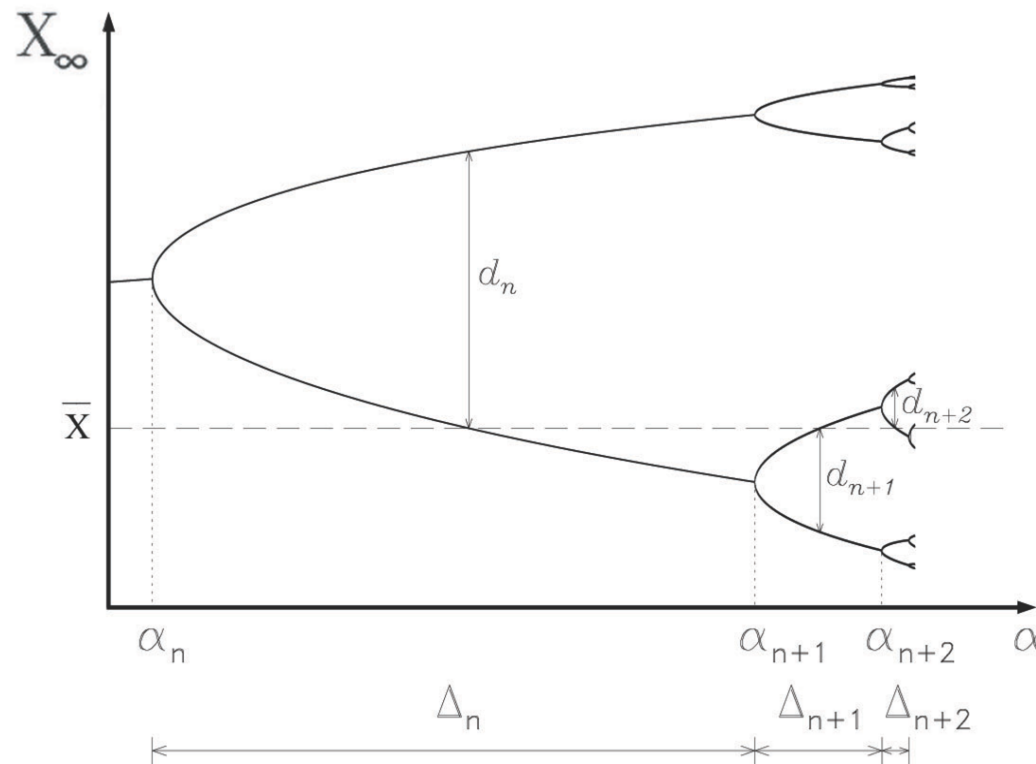


las hay en puntos de acumulación de brotes para todo período

Universalidad en la higuera

(Mitchell Feigenbaum, 1978)

Las bifurcaciones suceden de una forma **ordenada**:



$$d_n/d_{n+1} \longrightarrow \mathcal{F}_1 = -2.50 \dots$$

aperturas

$$\Delta_n/\Delta_{n+1} \longrightarrow \mathcal{F}_2 = 4.669 \dots$$

duraciones

Universalidad en otros árboles caóticos

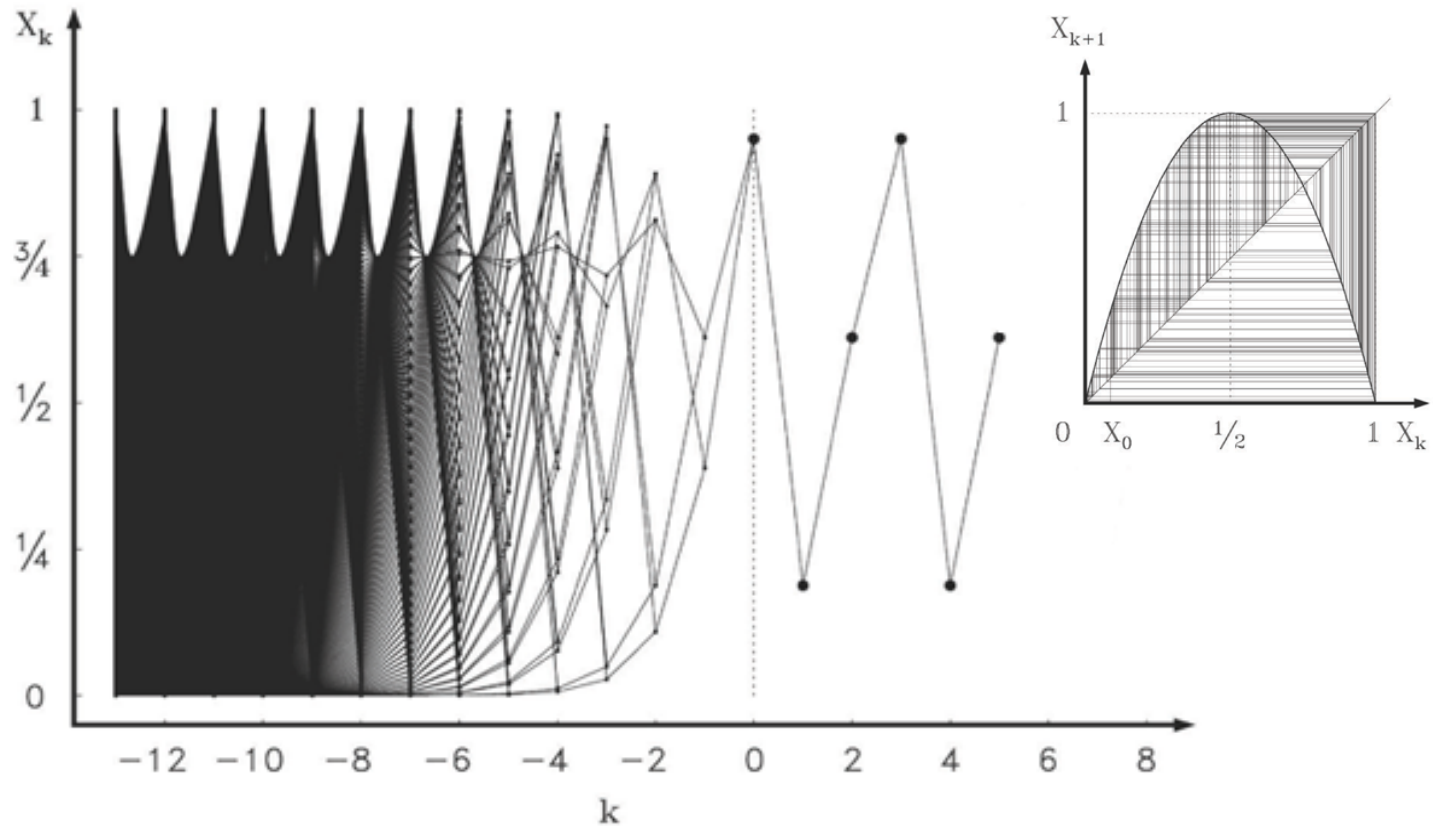
raíz recta, “rama tierna”, ramas y polvo (“hojas de higuera”)



relevante en ecología, química, física, economía...
la dinámica de la **convección** se reproduce si α es el **calor**

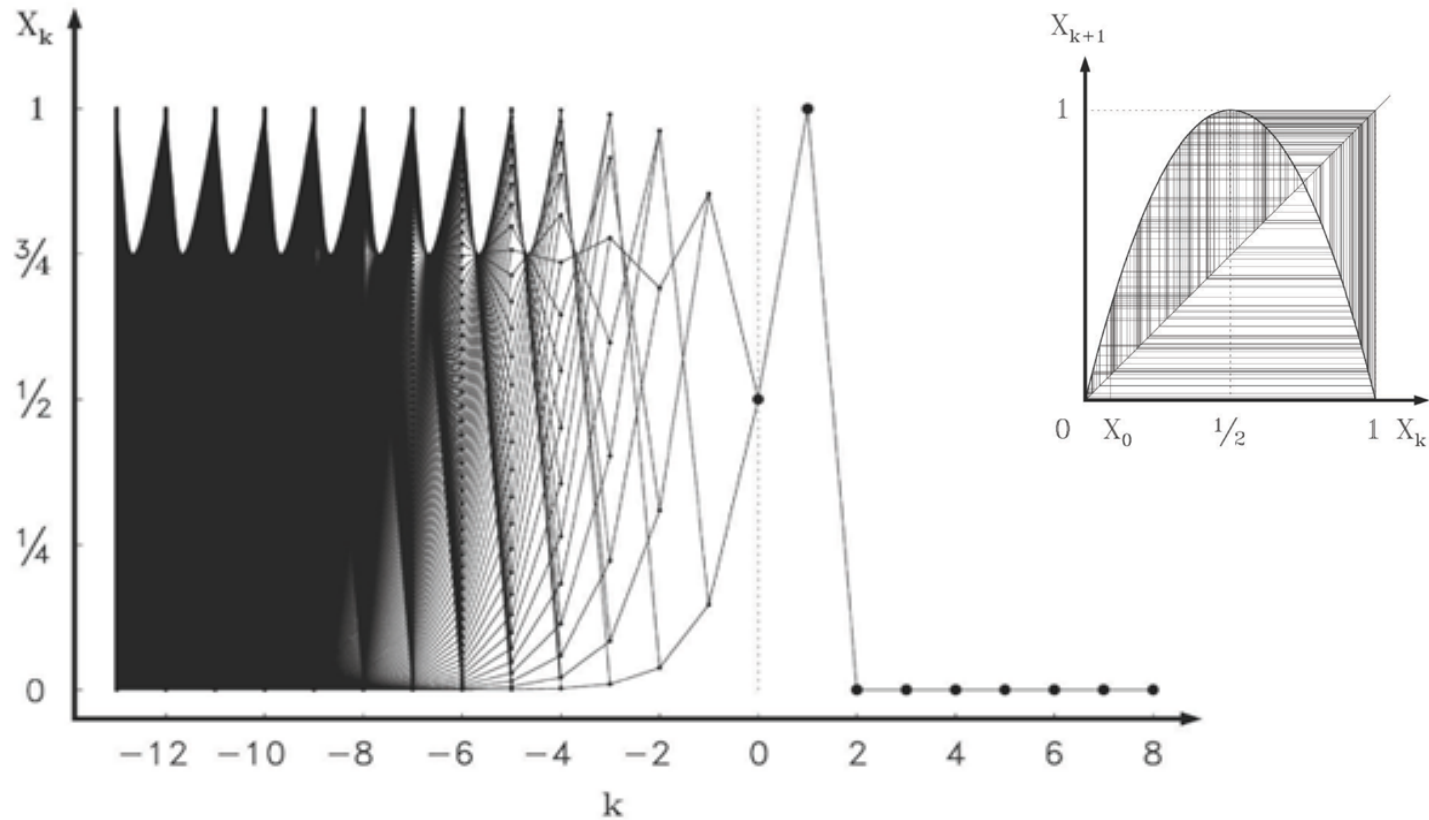
En la plenitud del caos

no todo vaga por un atrayente extraño polvoriento cuando $\alpha = 4$, también existen **oscilaciones** para siempre, para todo período:



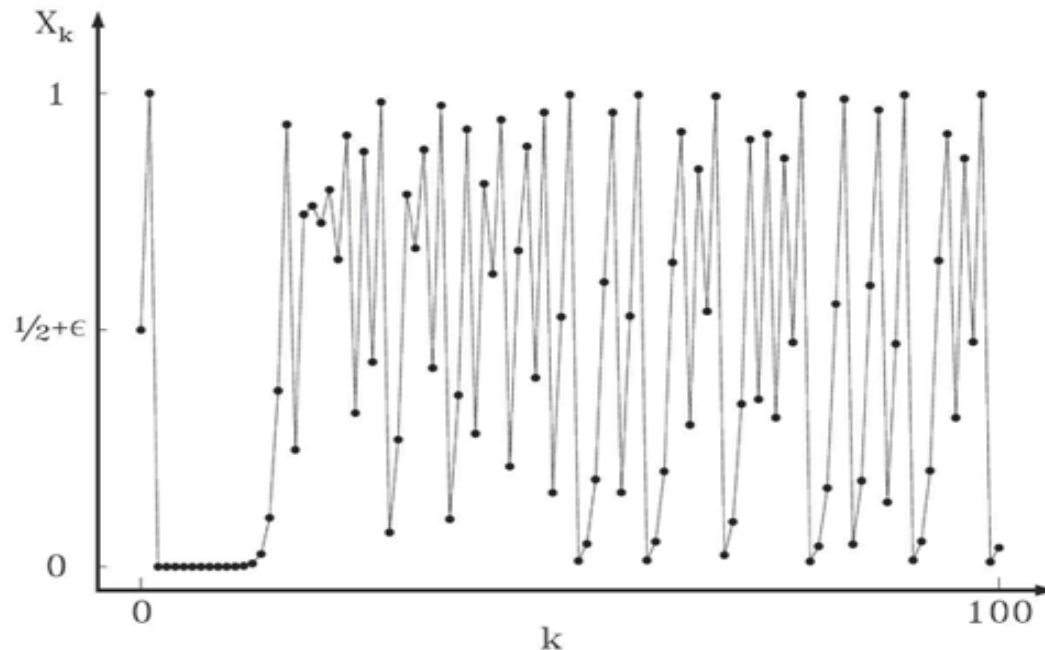
El escape vital hacia el origen

existen puntos dinámicamente improbables que vuelven a la **raíz**
las **pre-imágenes del cero** hallan el rumbo a pesar del **calor**:



Más sentido común

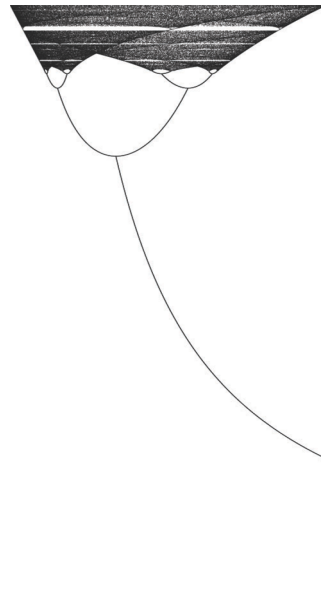
es mejor evitar el **caos** y su turbulencia **infern**al:



baje del árbol disminuyendo su **calor** para hallar la **raíz**
abandónese al umbral, $X = Y$, para arribar al **Origen**
rehúya las no-linealidades ($\alpha > 1$) para escapar del **polvo**

¿Un árbol científico profético?

una **higuera** alegórica y sin fruto, consistentemente maldecida:



ella y otros **árboles** con ramas tiernas y muchos brotes
en efecto el hacha se halla puesta a la **raíz** de los árboles
y podemos maldecir una higuera tal y como **él** increpó al viento

Más opciones

simple

complejo

orden

desorden

paz

caos

disminuir

aumentar

obediencia

rebeldía

debajo de $X = Y$

encima de $X = Y$

bendición

maldición

descansar

vagar

cielo

infierno

UNA HIGUERA MODERNA

En la ciencia moderna
hay un árbol católico,
con raíz sempiterna
y un follaje caótico.

Este icono describe
la demencia del meollo,
y poderoso define
la salida del embrollo.

Oye amigo comprende
fiel aviso de la higuera:
si te crees muy valiente
vas a llorar tu ceguera.

Oye bien santo consejo
el prepararse es prudente:
es vital andar despierto
para burlar a la muerte.

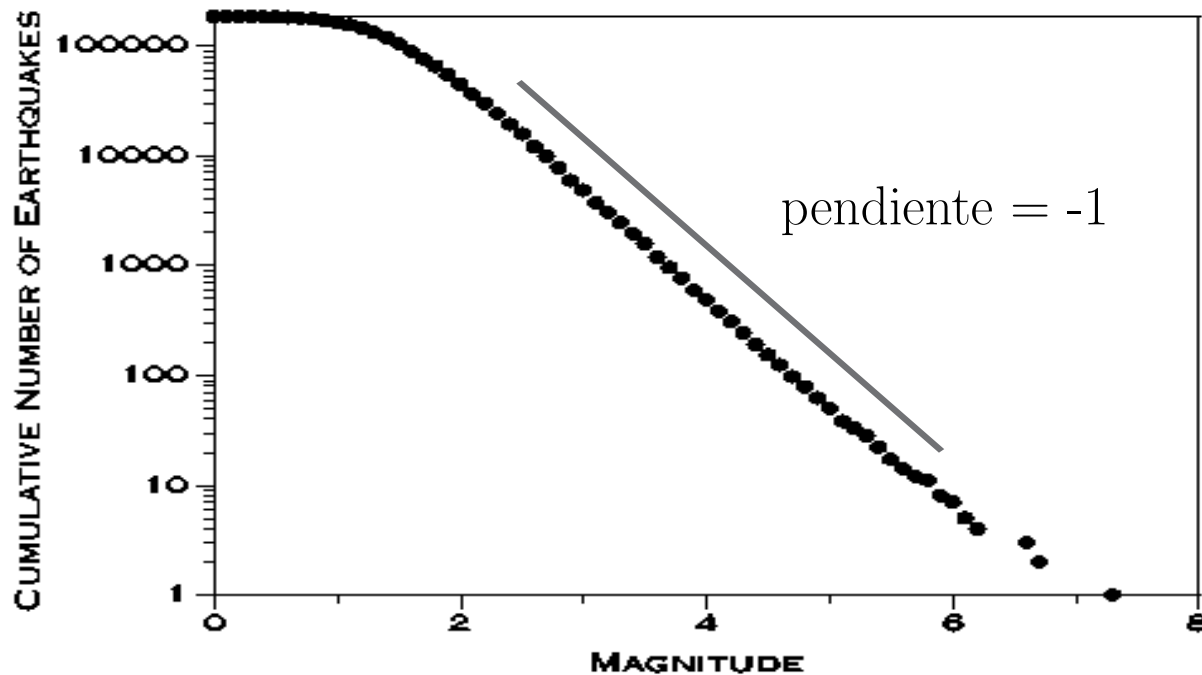


Lecciones a partir de leyes de potencia

Las leyes de potencia

$$P[X \geq x] \sim x^{-c}$$

“líneas rectas” en escalas doble-logarítmicas:

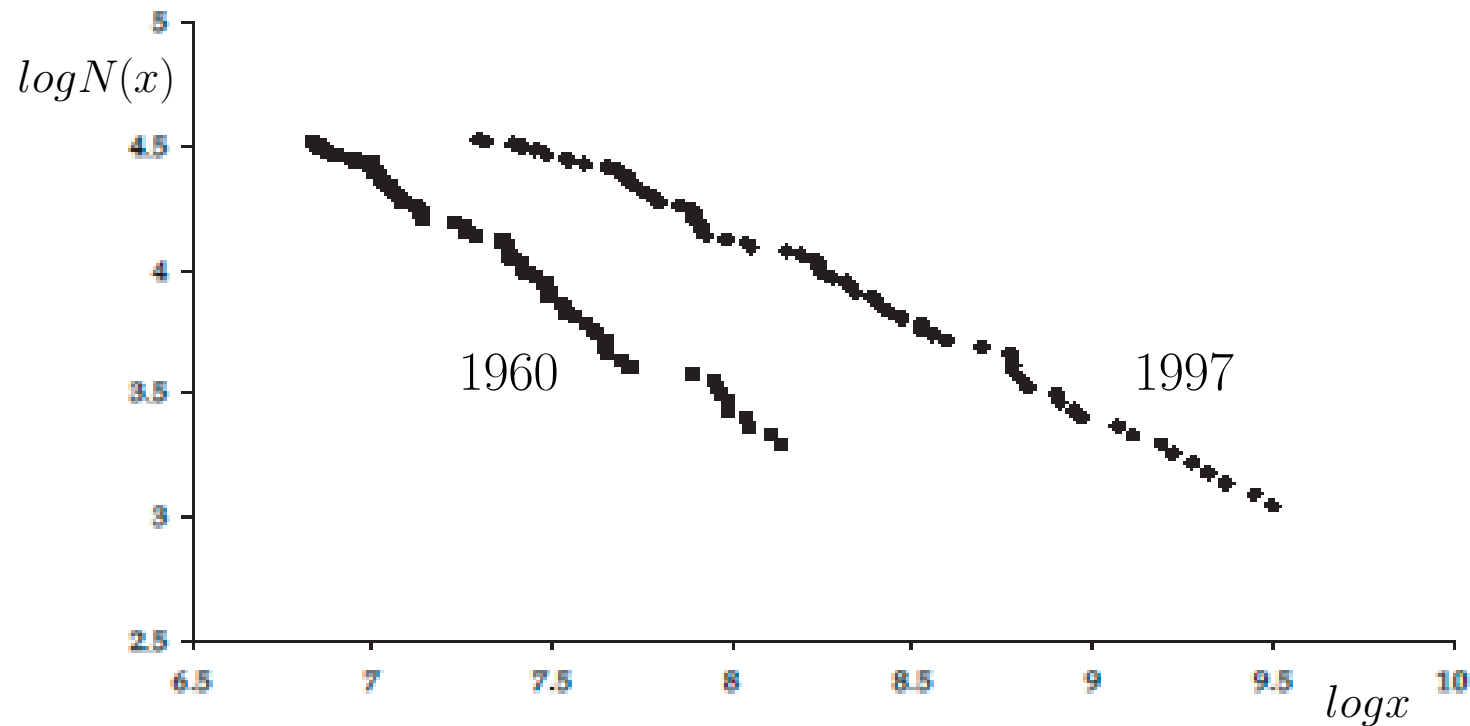


violencia natural: terremotos, inundaciones, avalanchas, erupciones volcánicas, incendios forestales

Las leyes de potencia y las desigualdades

(Vilfredo Pareto, 1896)

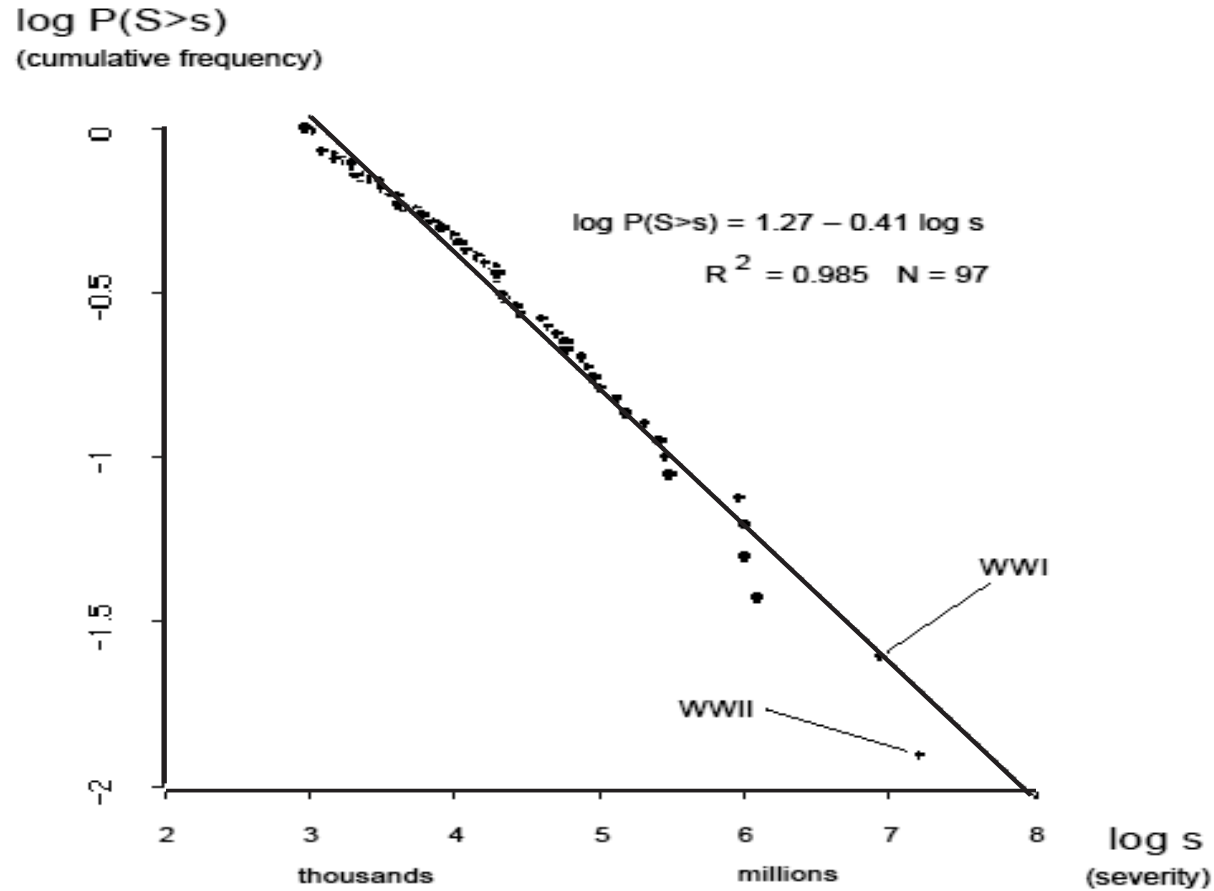
$$\log N(x) = \log A + m \cdot \log x$$



percentiles 30 al 85 de la distribución de ingresos del mundo
(A partir de Di Guilmi et al., 2003)

Las leyes de potencia y las guerras

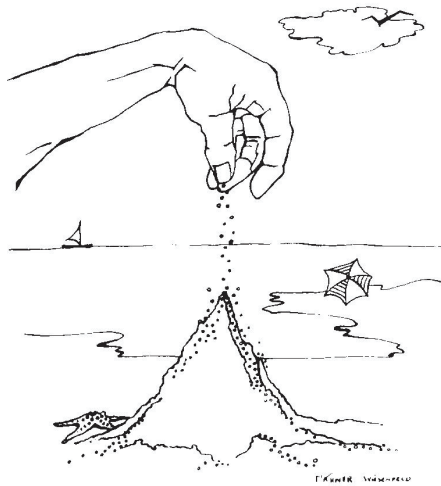
(Lewis Fry Richardson, 1960)



(A partir de Cederman, 2003)

Un poco más de sentido común

como la **violencia** genera leyes de potencia, es relevante estudiar cómo se producen para, al evitarlas, hallar la **armonía** y la **paz**



(A partir de Bak, 1996)

- cascadas multiplicativas
- conexiones preferenciales
- tolerancia optimizada
- **auto-organización crítica...**

no existe una “**mano invisible**” sino la nuestra:

“humanos sin escala” abusan potencia y crean leyes de potencia

Moraleja: es mejor viajar hacia el **cero** y su **unidad** infinita...

CONGA HASTA EL INFINITO

$$0! = 1, 0 + 0 = \infty, 1 + 1 = 1, \\ 1/0 = \infty, x^0 = 1, 0 \rightarrow \infty$$

Shanti Setú pa'gozar...

**Esta es la conga
de los numeritos,
ven goza tu conga
hasta el infinito. (2)**

El cero admirado
hace un unito,
y cero más cero
es el infinito.

El uno más uno
unen un buen rito,
y el cero entre uno
da todo, todito.

El cero en potencia
logra el mismo hito,
y torsión de nada
llega al infinito.

Shanti Setú animando...

**Esta es la conga
únete al trencito,
ven goza la conga
de tres numeritos. (2)**

El cero animado
es uno bonito,
y cero con cero
da todo, todito.

El uno con uno
oh verso unidito,
y círculo abajo
dota el infinito.

El halito arriba
confirma al santito,
y cero trenzado
es todo, todito.

Pa' gozar...

**Al cero es,
al uno ves,
y al infinito. (2)**

El cero clave es
llega a poquito,
el cero da poder
vences todo mito,
el uno es como es
siempre unidito,
el uno sana bien
por ser infinito.

**Al cero es,
al uno ves,
y al infinito. (2)**

El cero clave es
siempre abajito,
el cero da poder
logras tu nidito,
el uno es como es
ms que angelito,
el uno sana bien
es todo, todito.

Al infinito es. (8)

Shanti Setú animando...

**Al cero es,
al uno ves,
y al infinito.**

Vamos todos...

**Al cero es,
al uno ves,
y al infinito.**

Otra vez...

**Al cero es,
al uno ves,
y al infinito.**

¡Ay que rico!

**Al cero es,
al uno ves,
y al infinito. (2)**

X = Y

X = Y

es justicia que ilumina,
es balanza que fascina:

X = Y.

X = Y

es la conciencia encarnada,
es la paciencia sangrada:

X = Y.

X = Y

es palabra que perdura,
es espiral de ventura:

X = Y.

X = Y

es la preciosa morada,
es la planicie anhelada:

X = Y.

X = Y

es hermandad que valora,
es colibrí con aurora:

X = Y.

X = Y

es corta raíz divina,
es geometría sin espina:

X = Y.

X = Y

es futuro que perdona,
es la ciencia con corona:

X = Y.

X = Y

es tonada siempre tierna,
es la oración eterna:

X = Y.

X = Y

es inocencia que besa,
es un jardín sin maleza:

X = Y.

X = Y

es el diseño sencillo,
es majestuoso estribillo:

X = Y.

X = Y

es amistad que da cura,
es libertad con cordura:

X = Y.

X = Y

es el abrazo sincero,
es la potencia del cero:

X = Y.

X = Y

es unidad que edifica,
es torsión que santifica:

X = Y.

X = Y

es el corazón sagrado,
es el más enamorado:

X = Y.

X = Y

es inspiración que llama,
es confianza de quien ama:

X = Y.

X = Y

es bondad apasionada,
es sabiduría soñada:

X = Y.

X = Y

es revelación que anida,
es renunciación querida:

X = Y.

X = Y

es la carencia del polvo,
es la línea del retorno:

X = Y.

X = Y

es el regalo que invierte,
es la vida sin la muerte:

X = Y.

X = Y

es vivencia sin el miedo,
es matrimonio de lleno:

X = Y.

X = Y

es ya lo pleno, te digo,
es amar al enemigo:

X = Y.

