

**L A E X C E L E N C I A  
D E L A R A I Z**

**Carlos E. Puente**

Universidad de California, Davis

Universidad Javeriana, 25 de Febrero 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

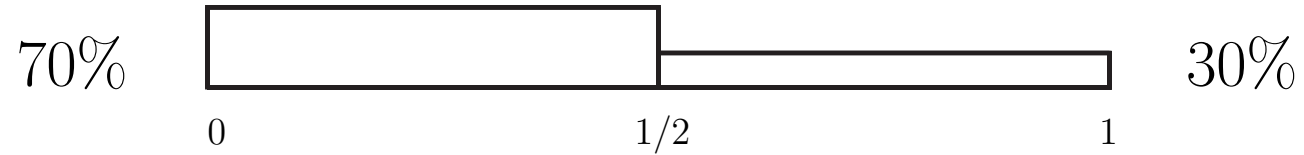
Lecciones a partir de la turbulencia

Lecciones a partir del caos

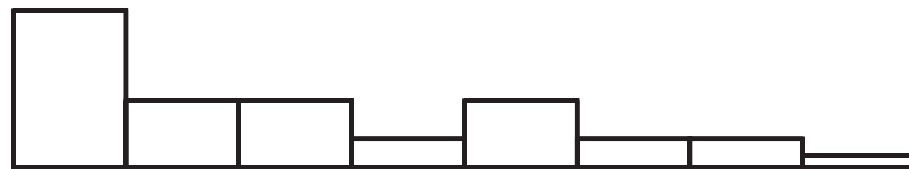
Lecciones a partir de leyes de potencia

# Lecciones a partir de la turbulencia

# Un juego de niños

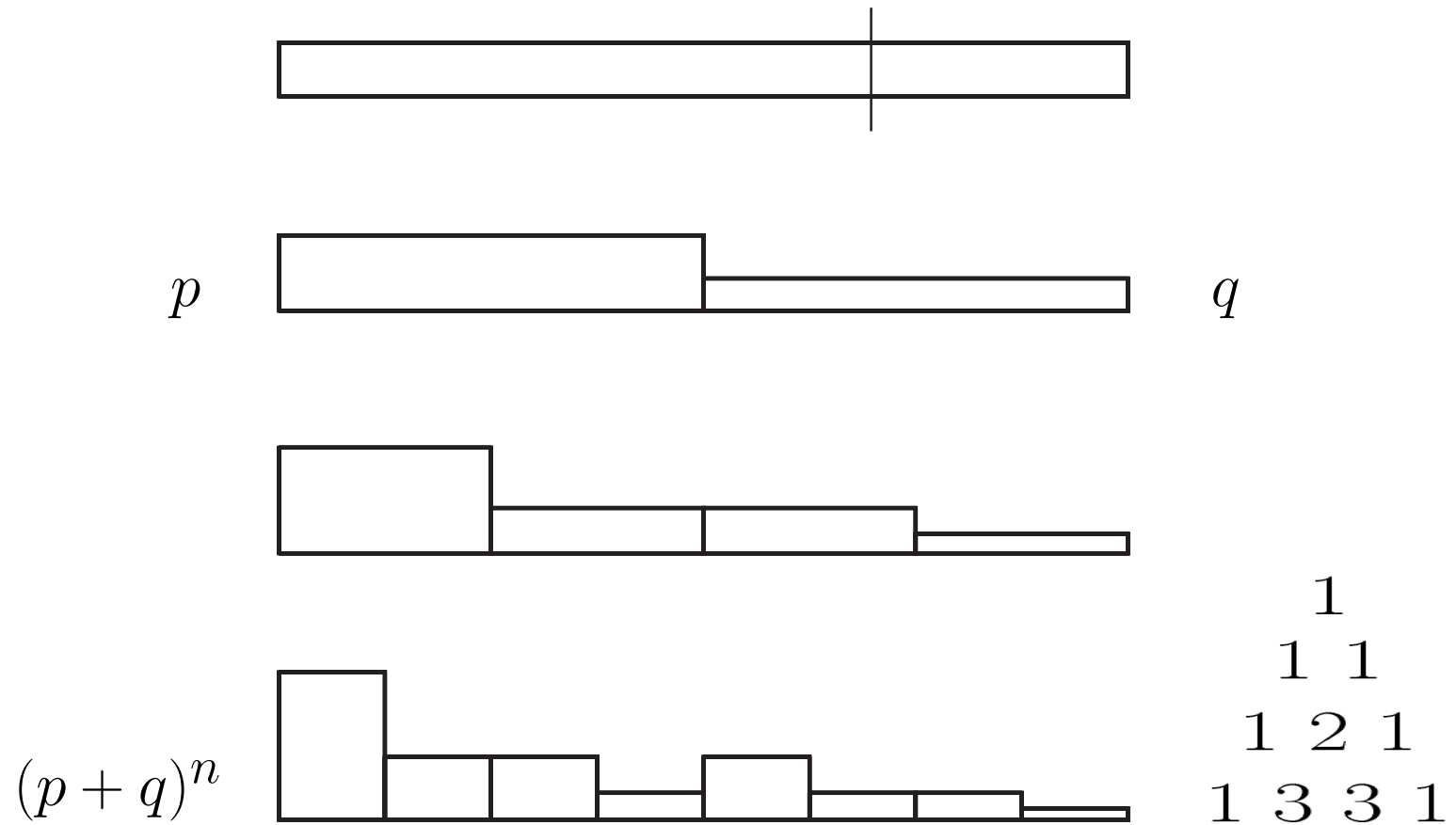


$$h = (0.7 \cdot 2)^3$$



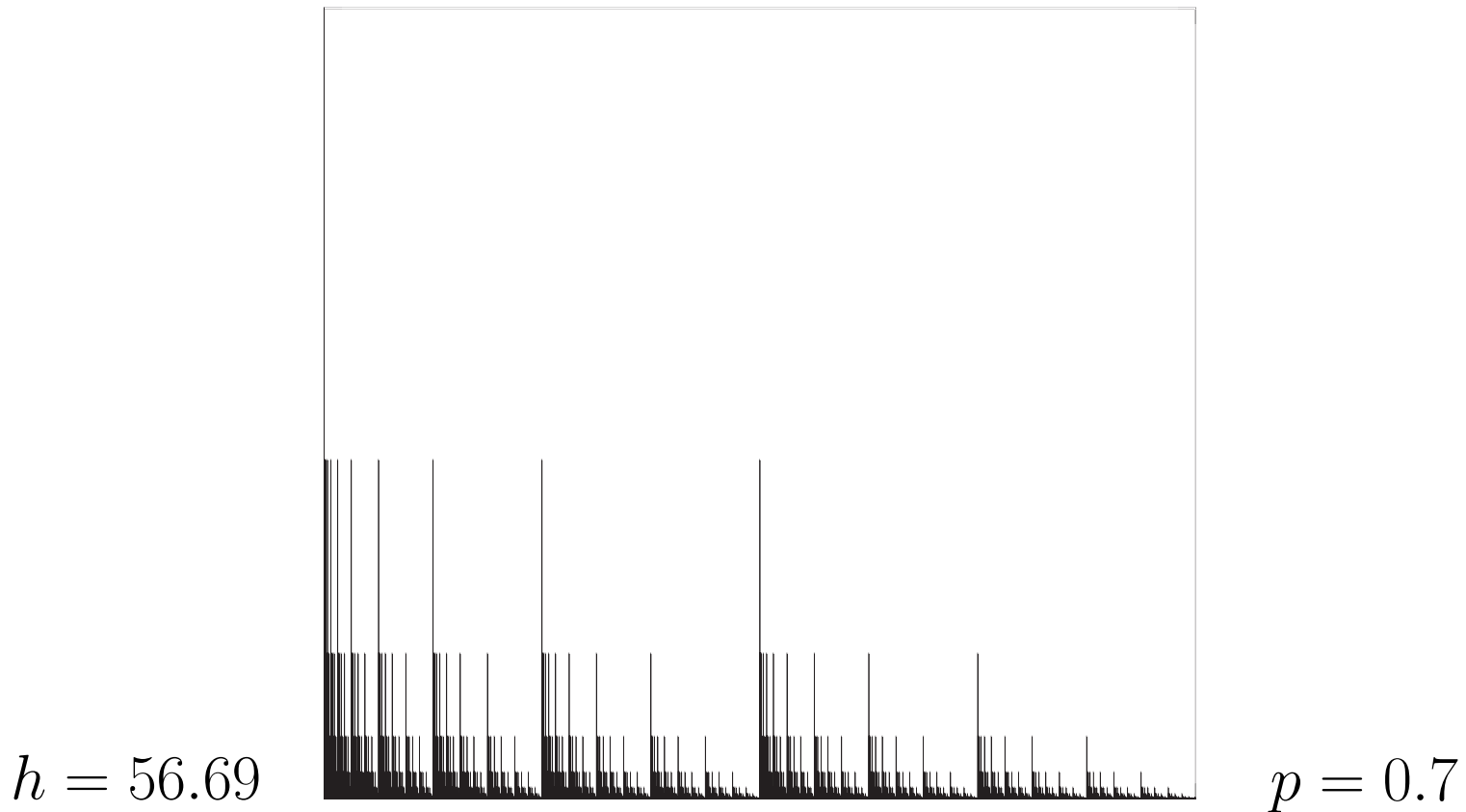
⋮

# Una cascada multiplicativa



...expansión binomial y el triángulo de Pascal

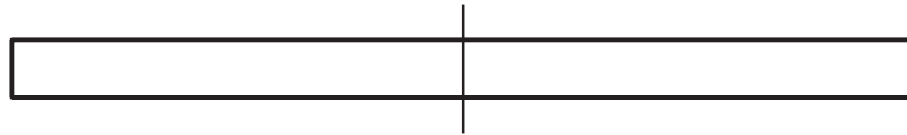
Después de  $n = 12$  niveles



una medida **multifractal**:

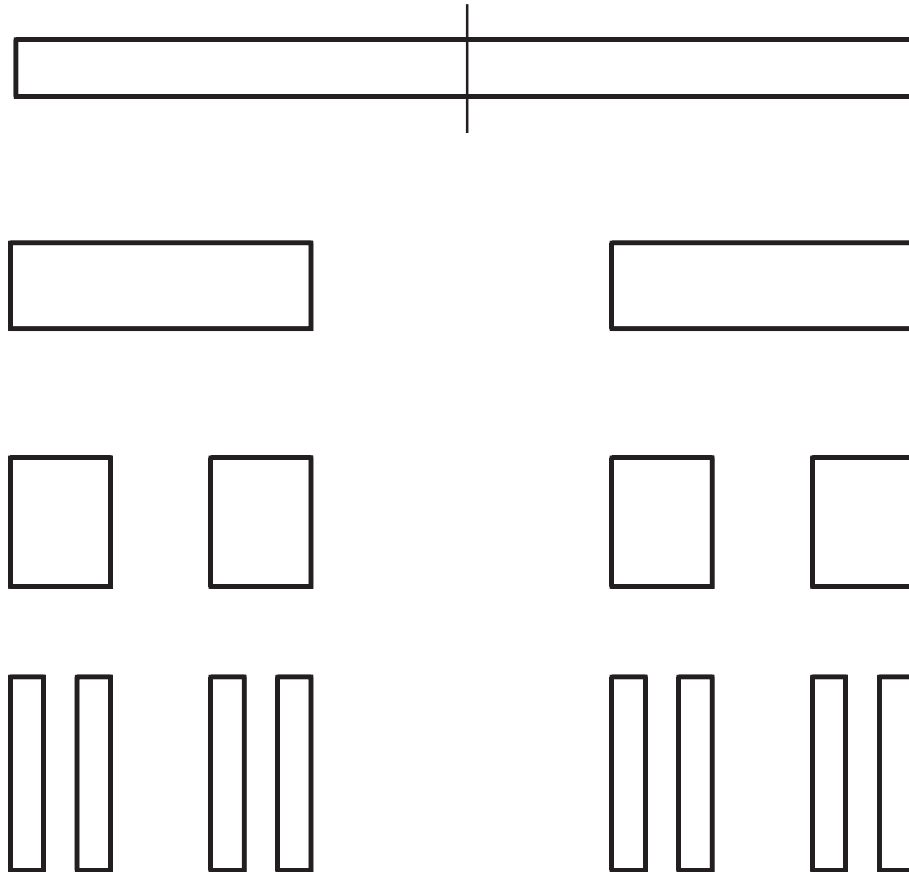
capas de **espinas** entrelazadas y con densidades diversas  
el soporte de cada capa es un **polvo** fractal

# Otro juego de niños



⋮

## Otra cascada divisiva

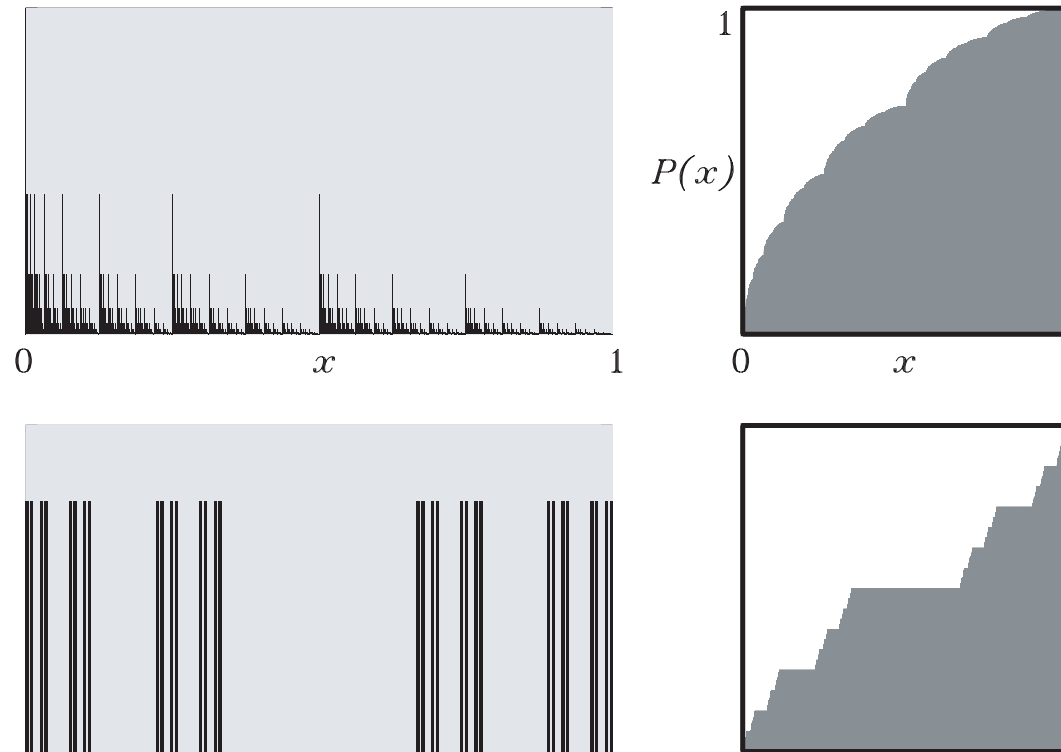


**espinas** iguales y disyuntas sobre **polvo**

reproduce las capas de la primera cascada variando el hueco:

las dos cascadas están íntimamente **relacionadas**

# Plastilinas acumuladas

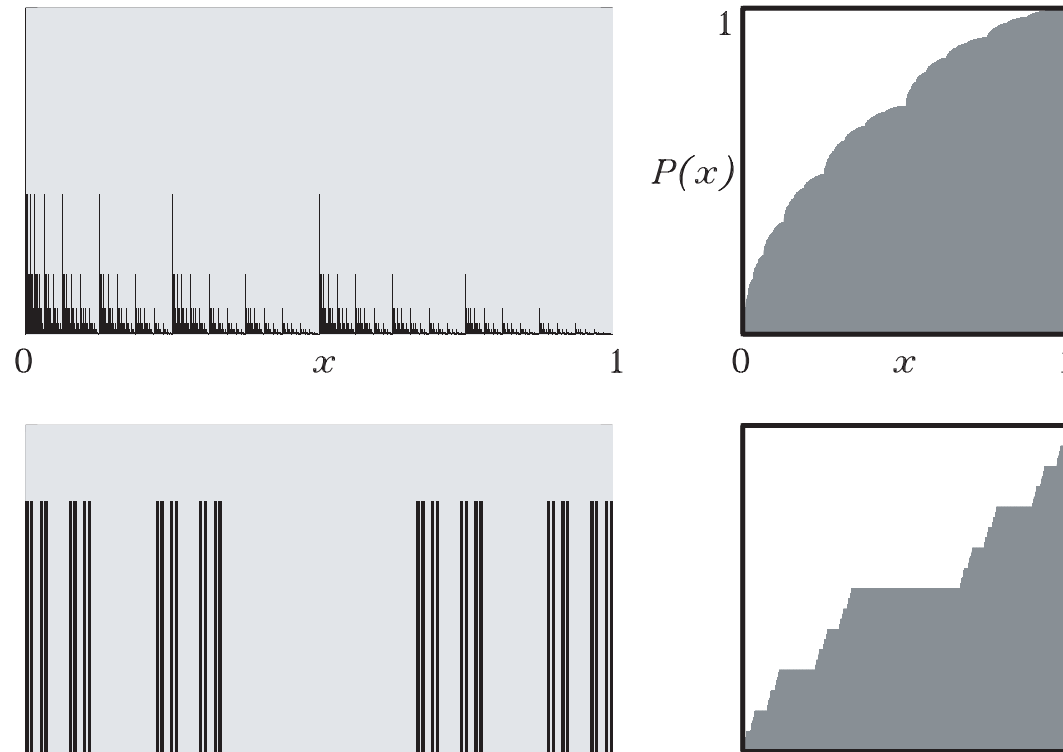


a partir de la dinámica de los juegos:

**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

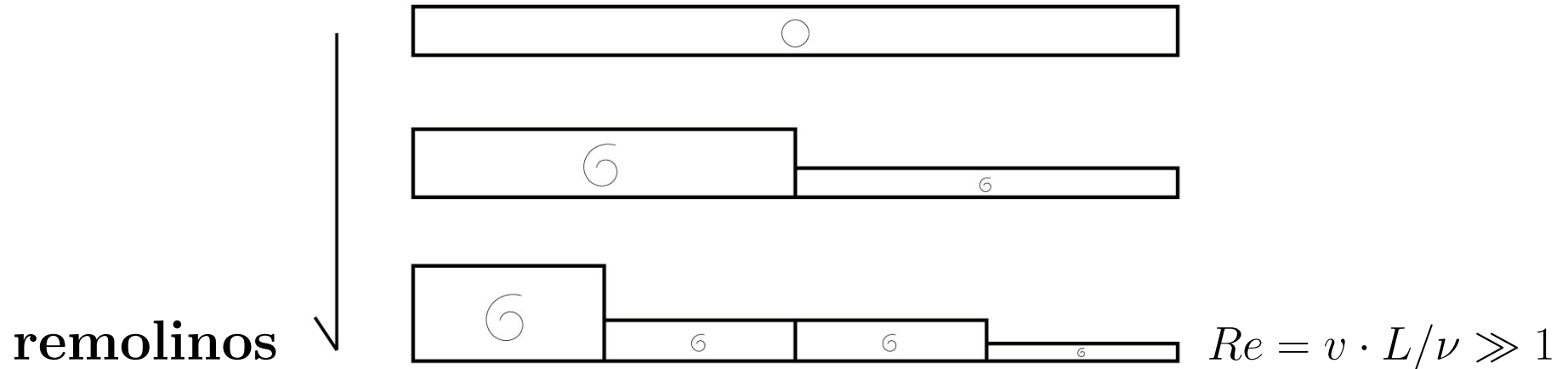


los perfiles son **localmente planos** y carecen de tangentes  
al final siempre tienen **longitudes máximas**:

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

# Turbulencia completamente desarrollada

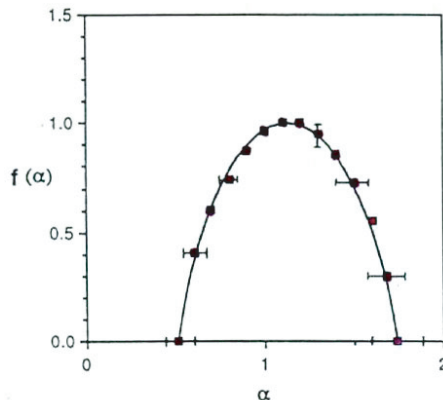
(Meneveau y Sreenivasan, 1987)



capas en turbulencia uni-dimensional como en la primera cascada

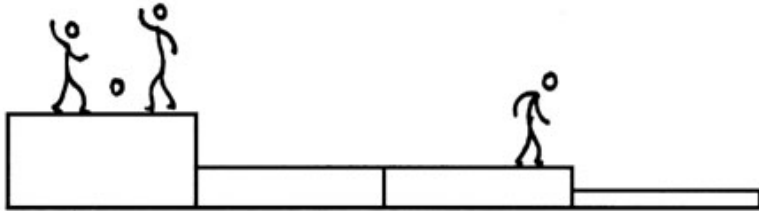
**disipación:** turbulencia atmosférica, capa límite...

$$p = 0.7$$



universal

# Nuestros tiempos turbulentos



competencia

desigualdad

cinismo



discriminación

igualdad forzada

desconfianza

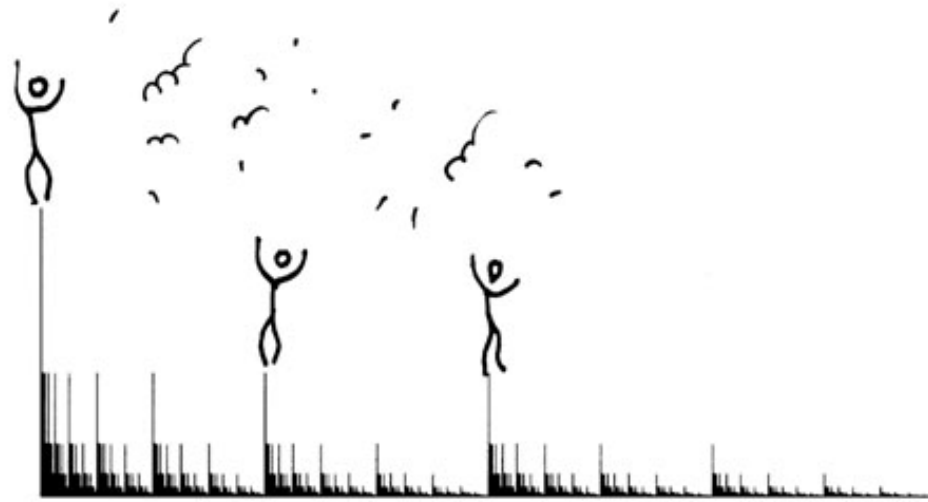
posturas y acciones **egoístas**

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

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

**violencia y terror...**

## ¿Un sistema óptimo?

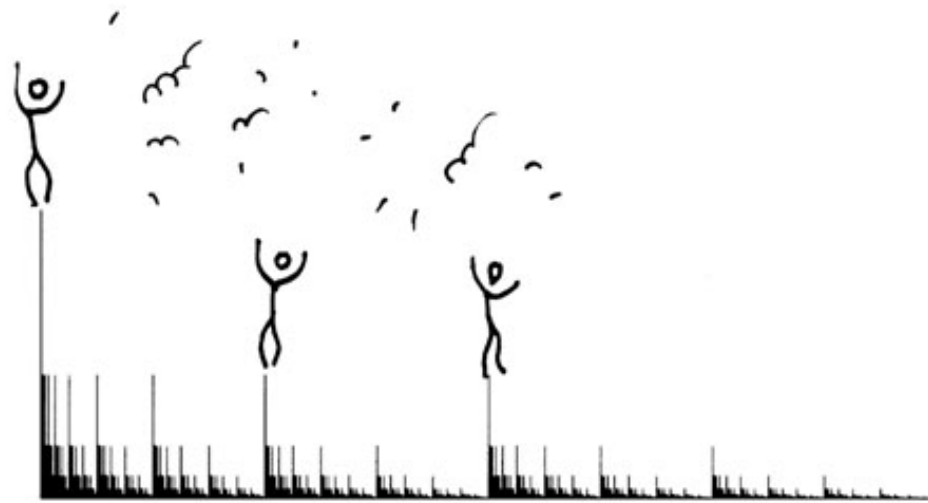


$$p = 0.7$$

$$n = 20$$

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

## ¿Un sistema óptimo?



$$p = 0.7$$

$$n = 20$$

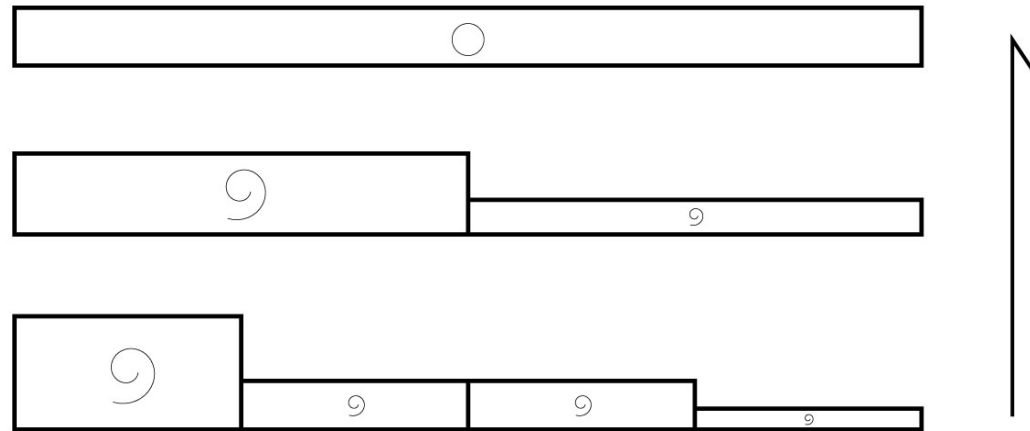
el 5, 10, 20 y 40% de las espinas más grandes  
contienen el 57, 70, 84 y 95% de la masa

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**

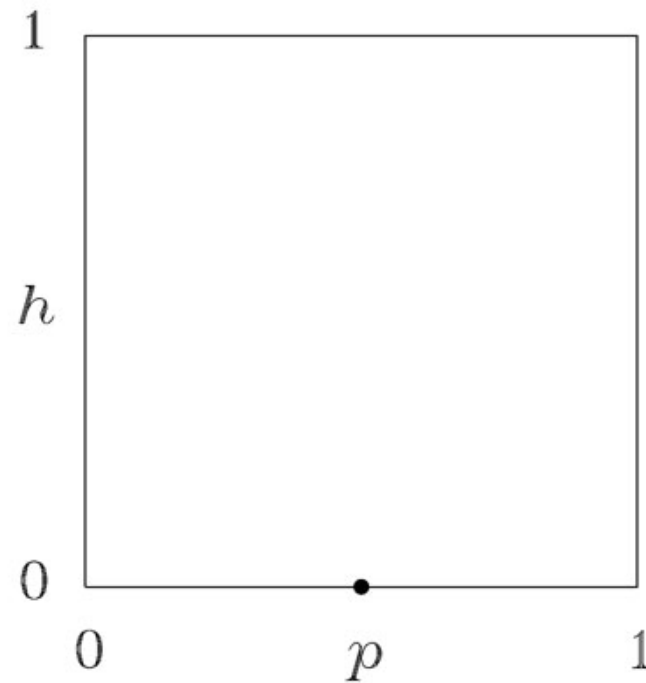
la acumulación de la masa es la línea **uno** a **uno**

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.

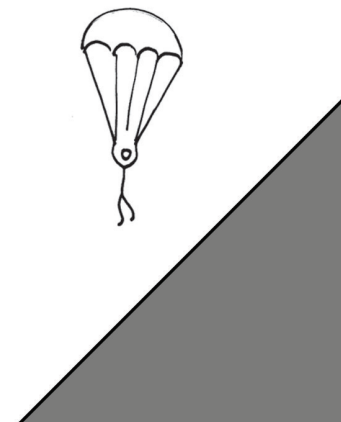
El recto lo une todo  
y en el otro hay división,  
el uno es humilde gozo  
y en el largo perdición.

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.

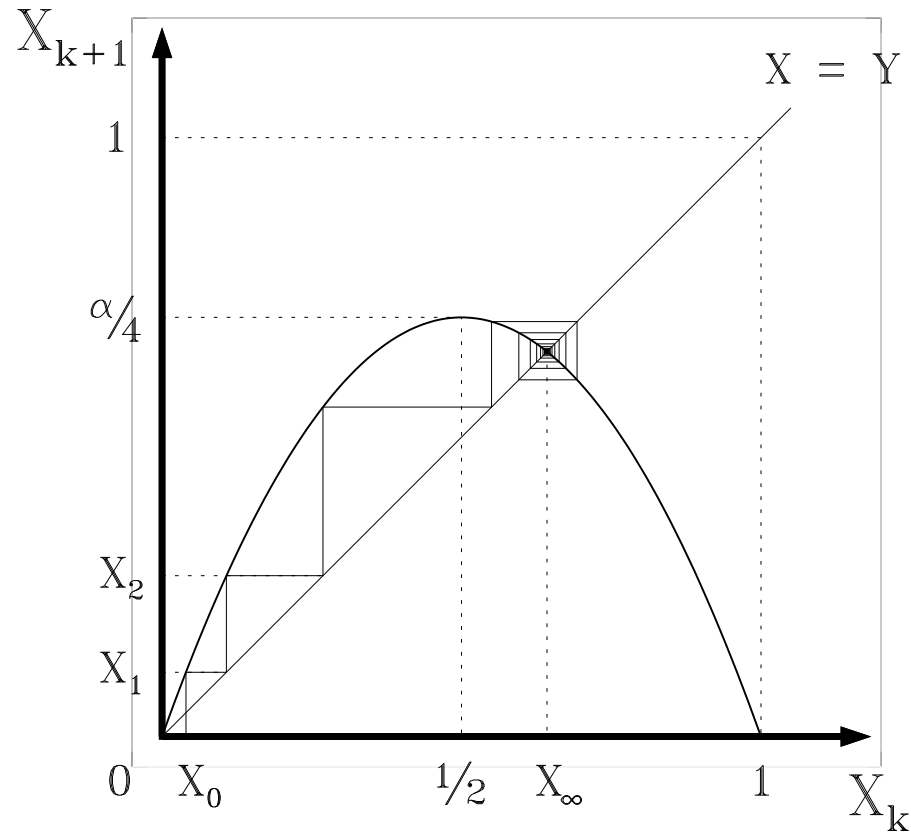
El largo es egoísta  
y el otro con buen amor,  
uno trae mala suerte  
y el corto sana el dolor.



# Lecciones a partir del caos

## La parábola logística

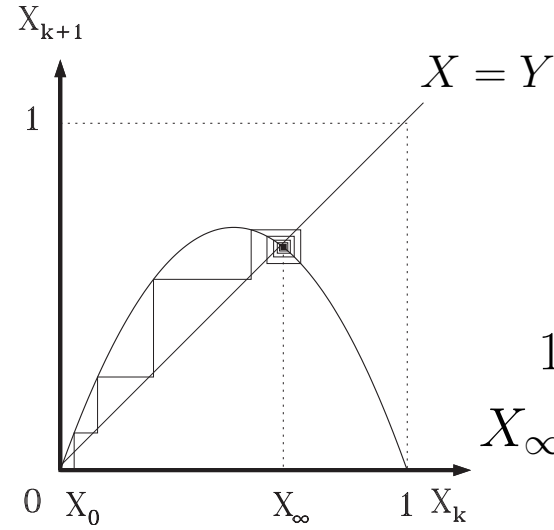
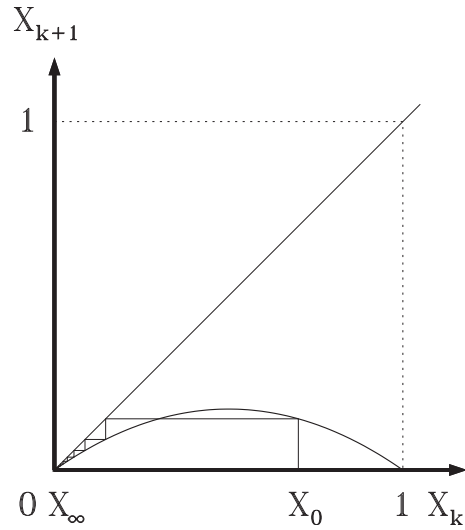
$$X_{k+1} = \alpha X_k(1 - X_k), \alpha \in [0, 4]$$



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

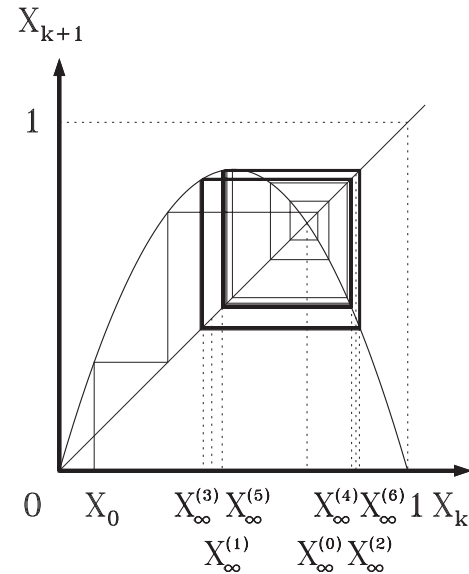
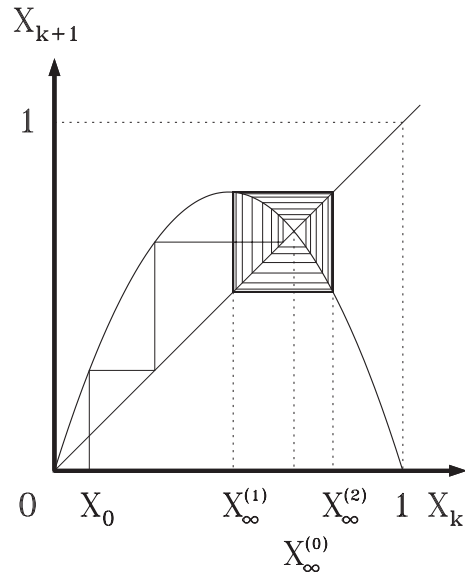
# Del origen a las bifurcaciones

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



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

$\alpha = 3.2$   
 período 2

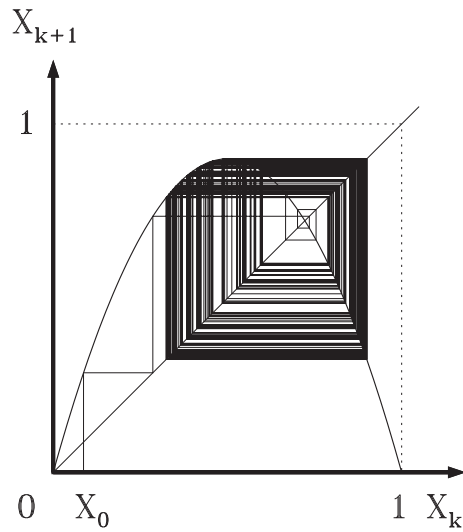


$\alpha = 3.46$   
 período 4

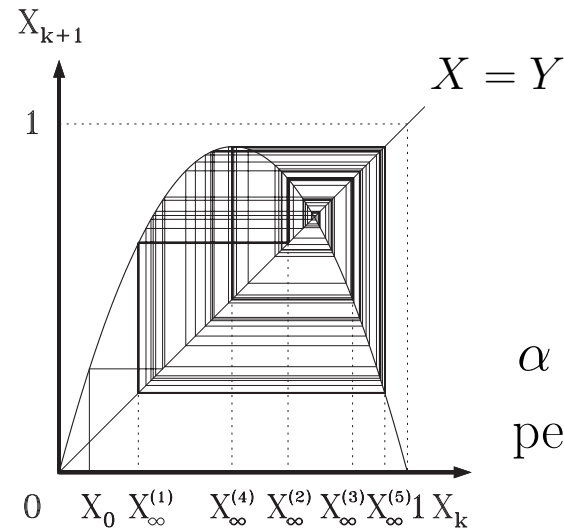
# Periodicidades y caos entrelazados

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

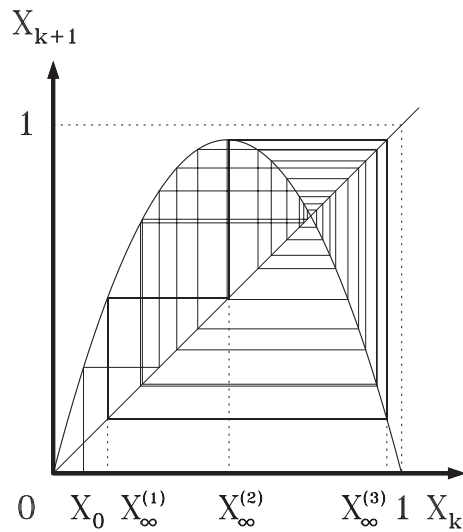
$\alpha = 3.6$   
aperiódico



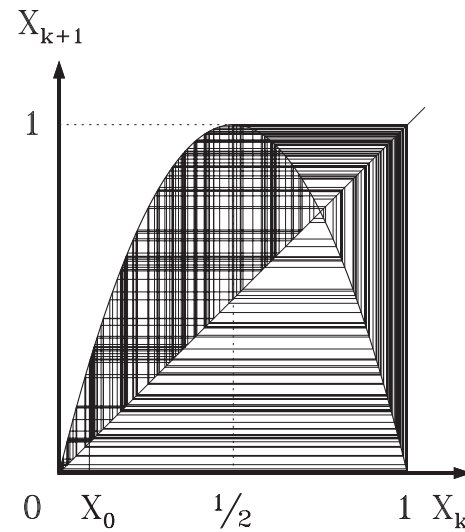
$\alpha = 3.74$   
período 5



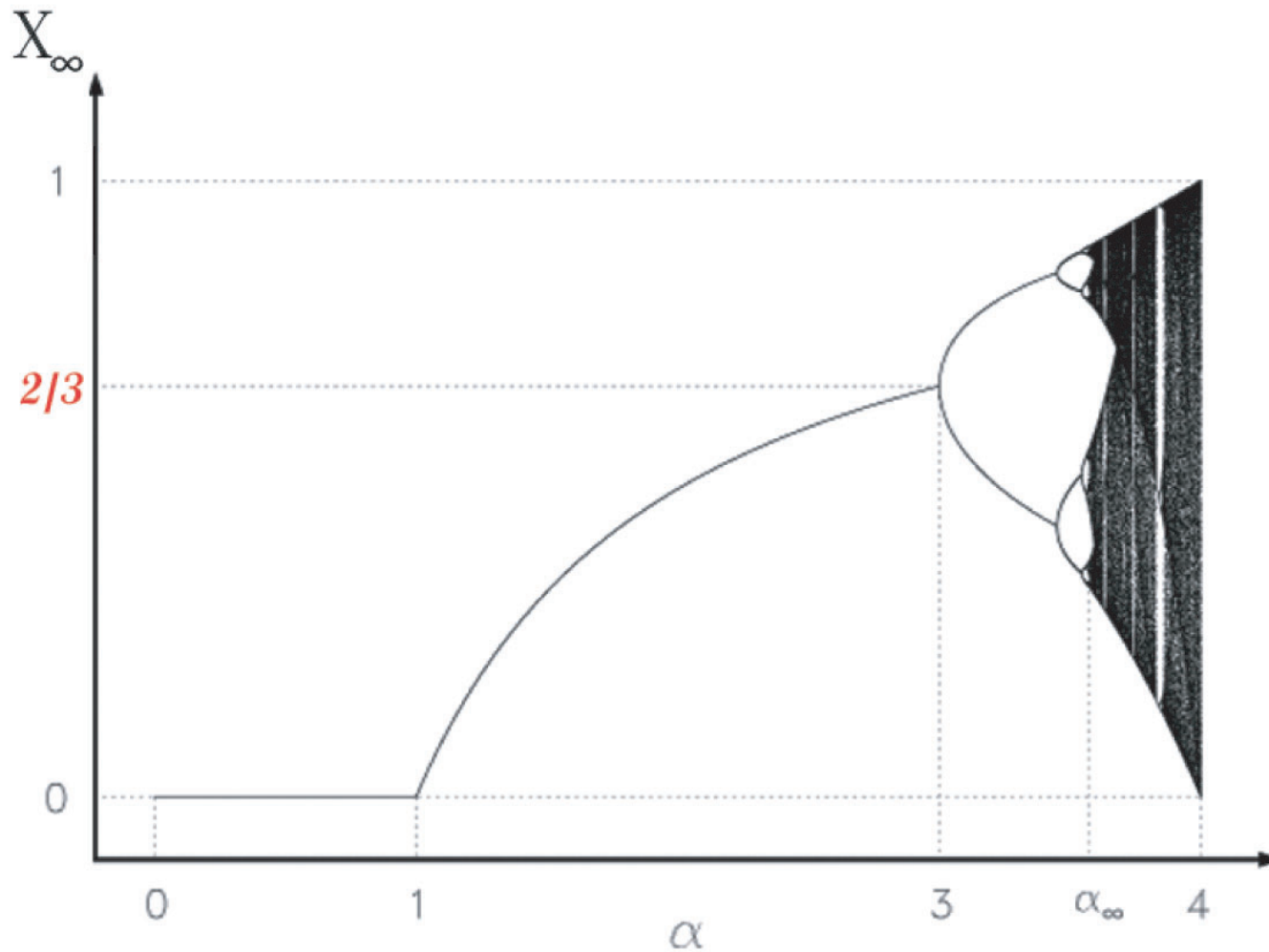
$\alpha = 3.83$   
período 3



$\alpha = 4$   
aperiódico

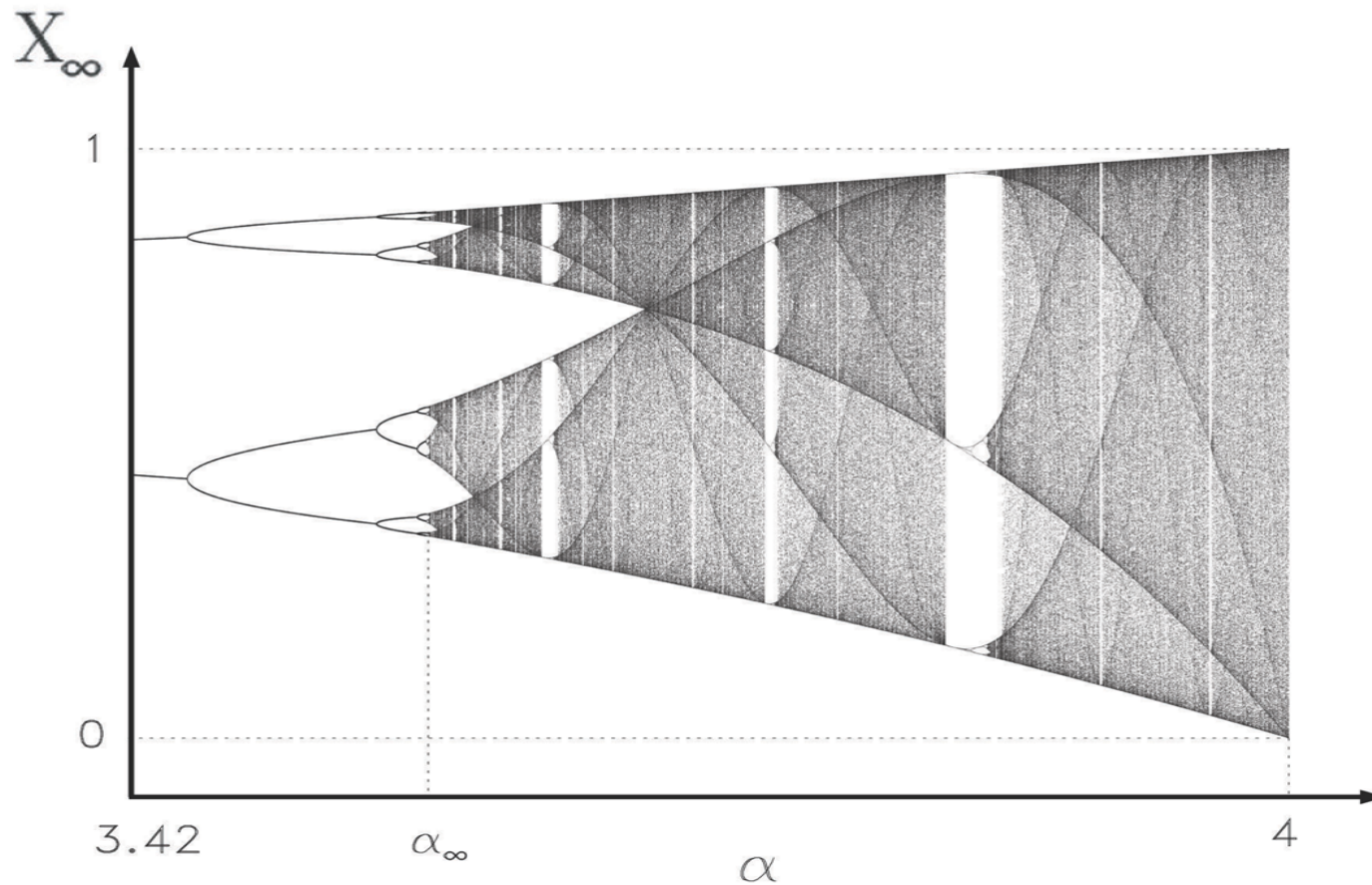


# El diagrama de las bifurcaciones



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

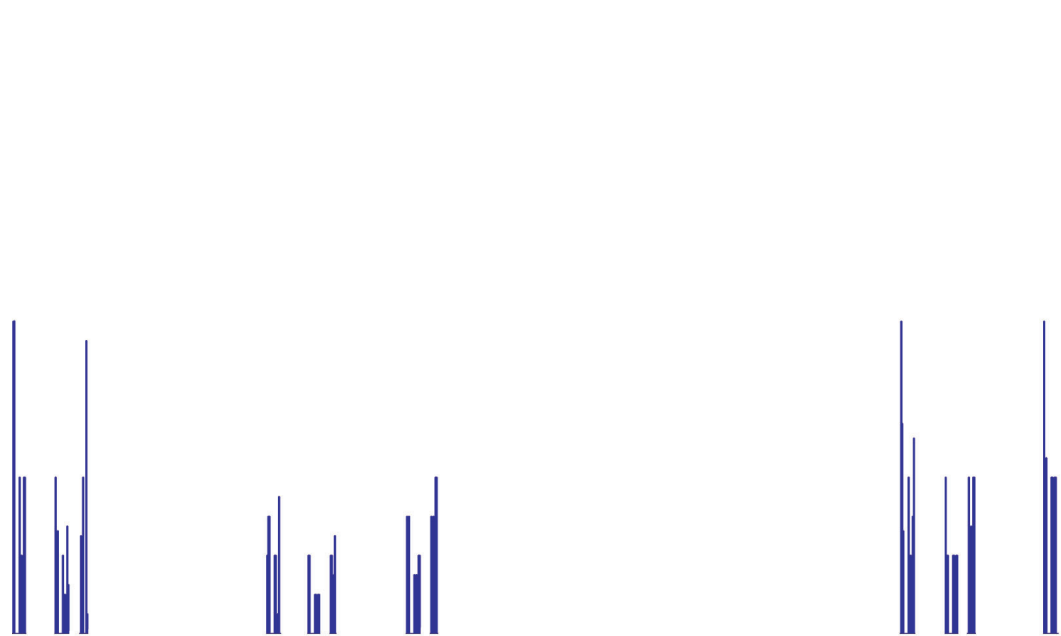
## Polvo abundante y auto-similaridad



desde  $\alpha_\infty$  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  $\alpha_\infty$ :

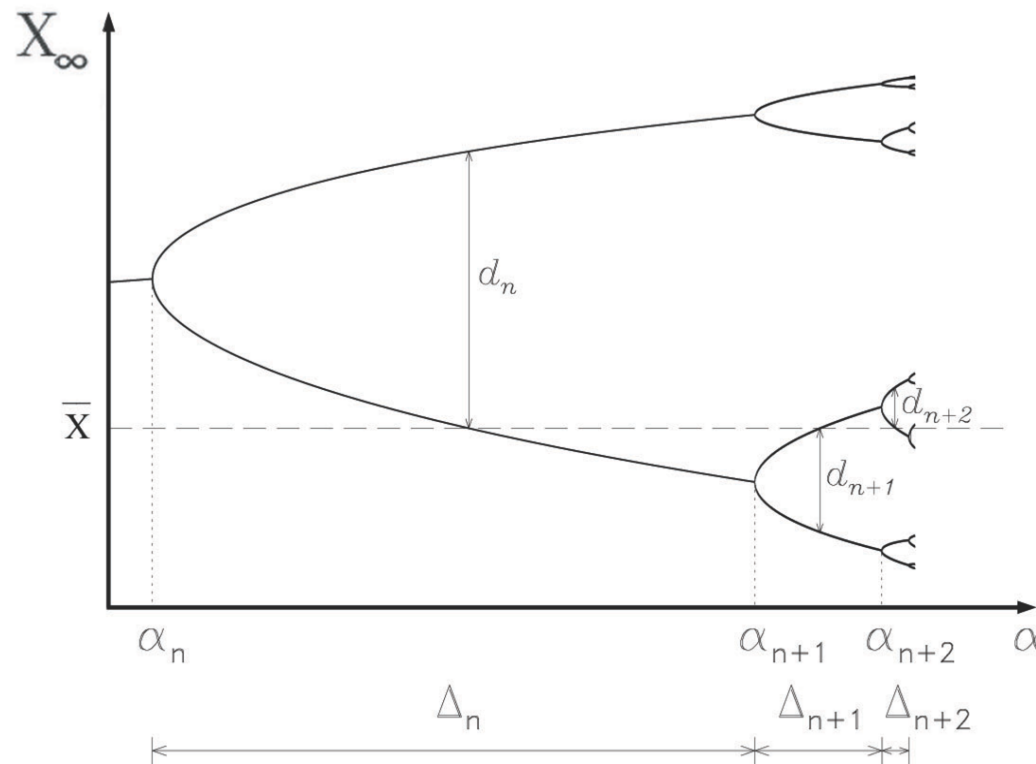


las hay en puntos de acumulación de brotes para todo período

# 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

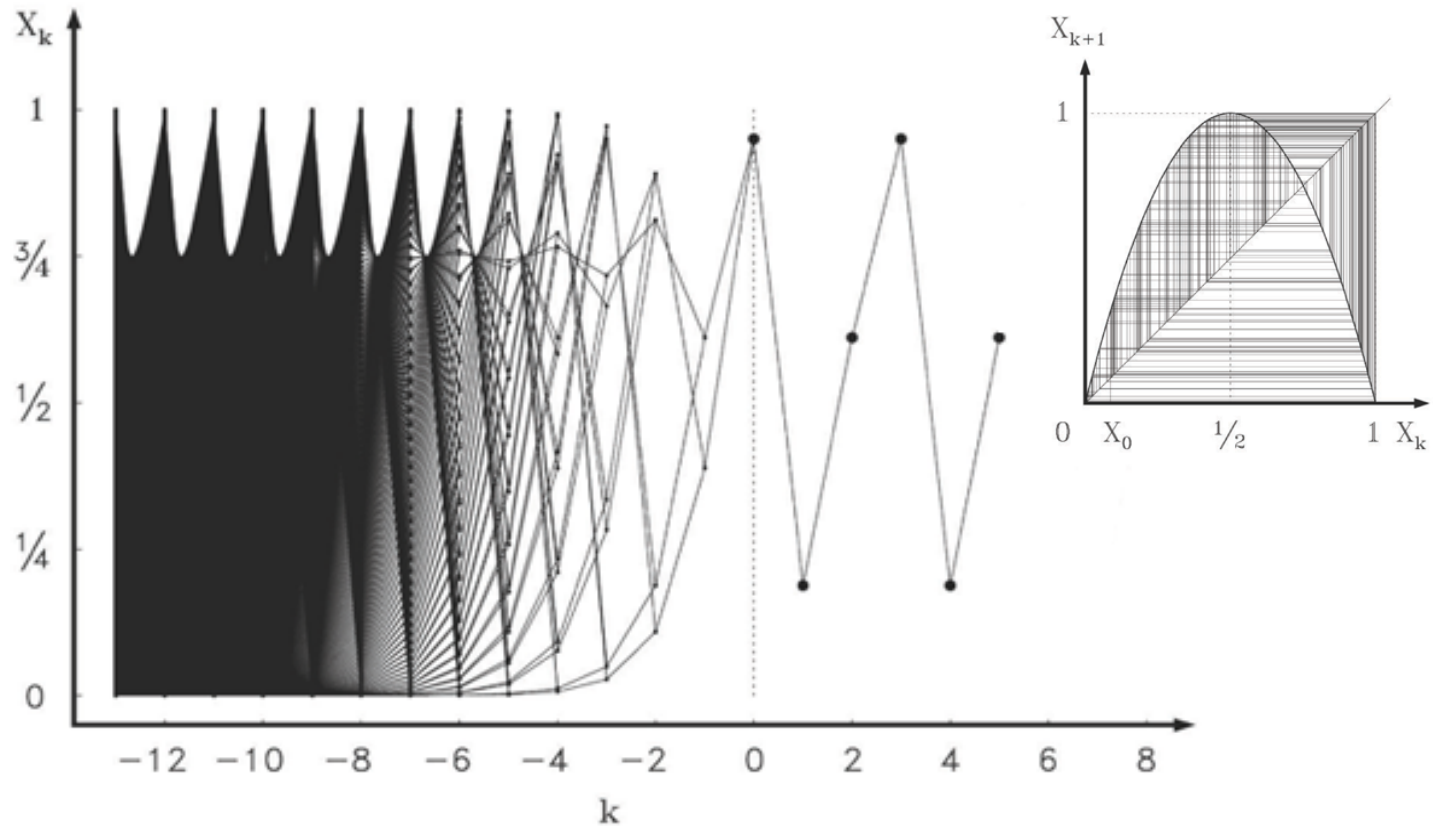
raíz recta, “rama tierna”, ramas y polvo (“hojas de higuera”)



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

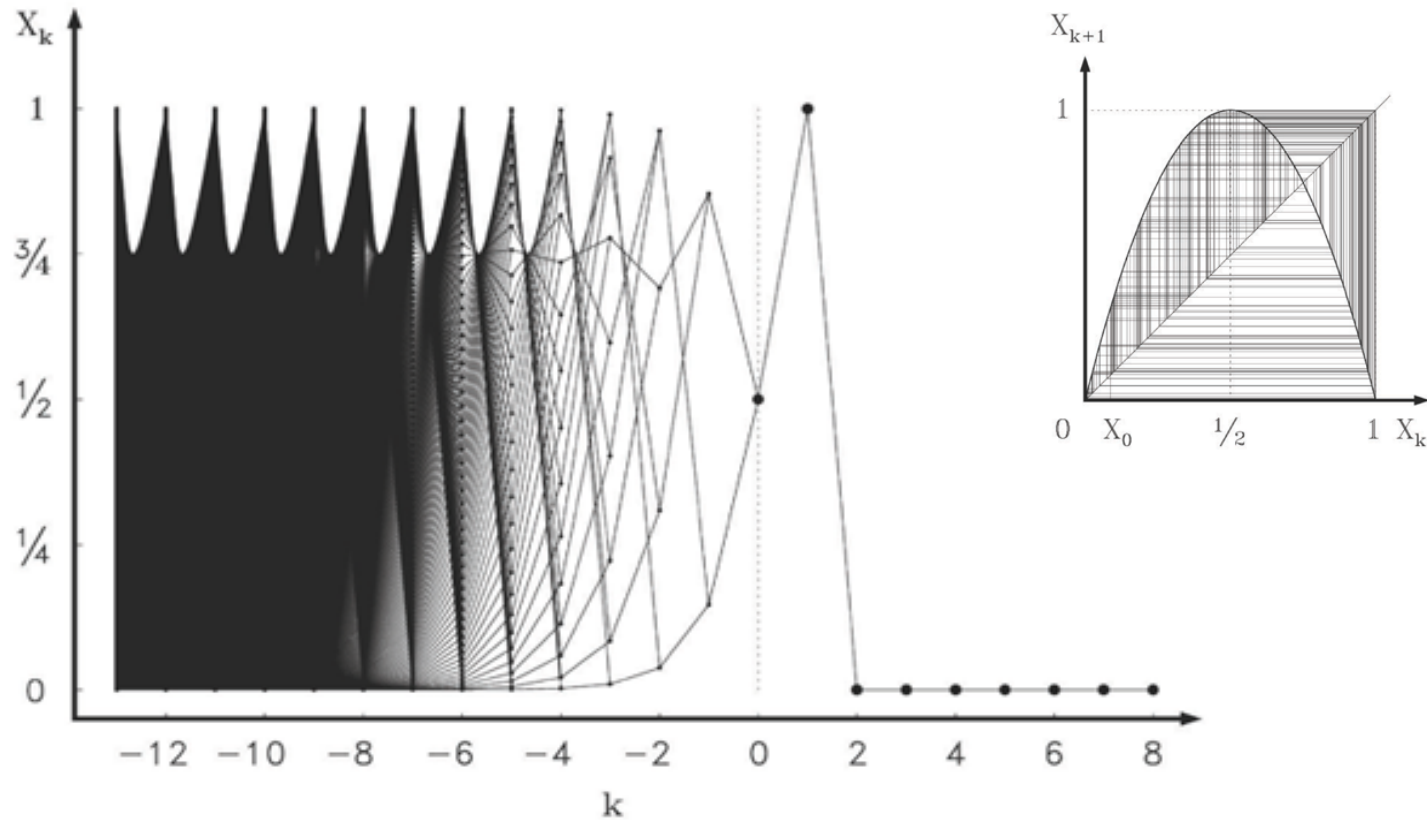
## En la plenitud del caos

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



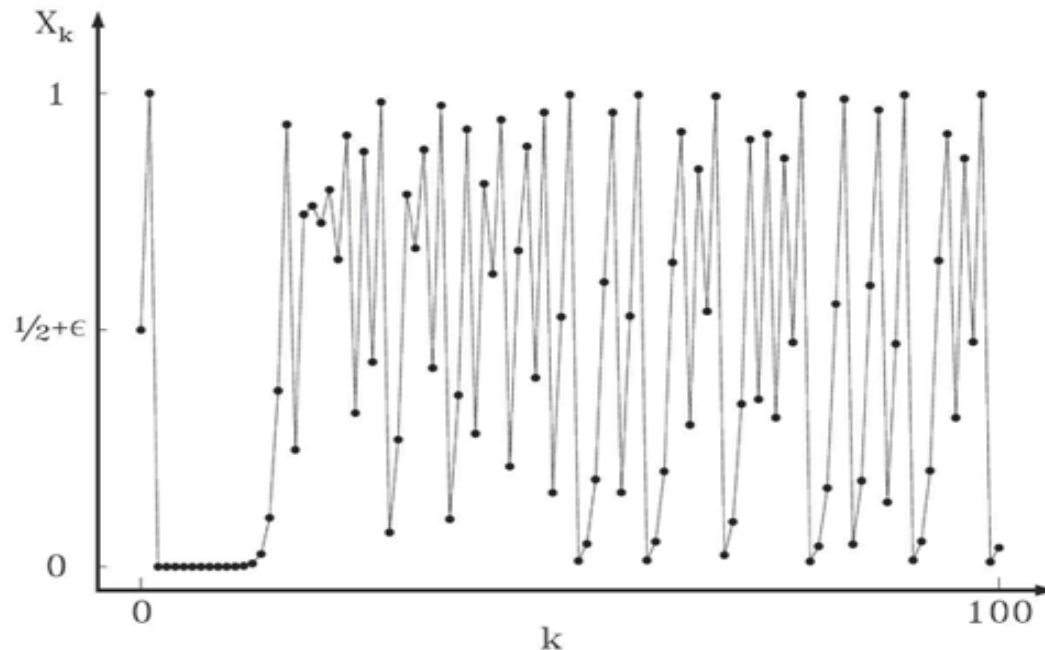
## El escape vital hacia el origen

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



## Más sentido común

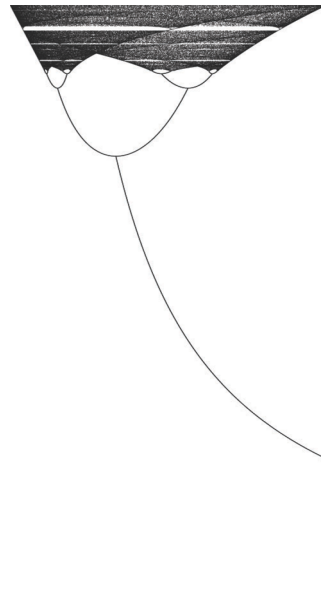
es mejor evitar el **caos** y su turbulencia **infern**al:



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.

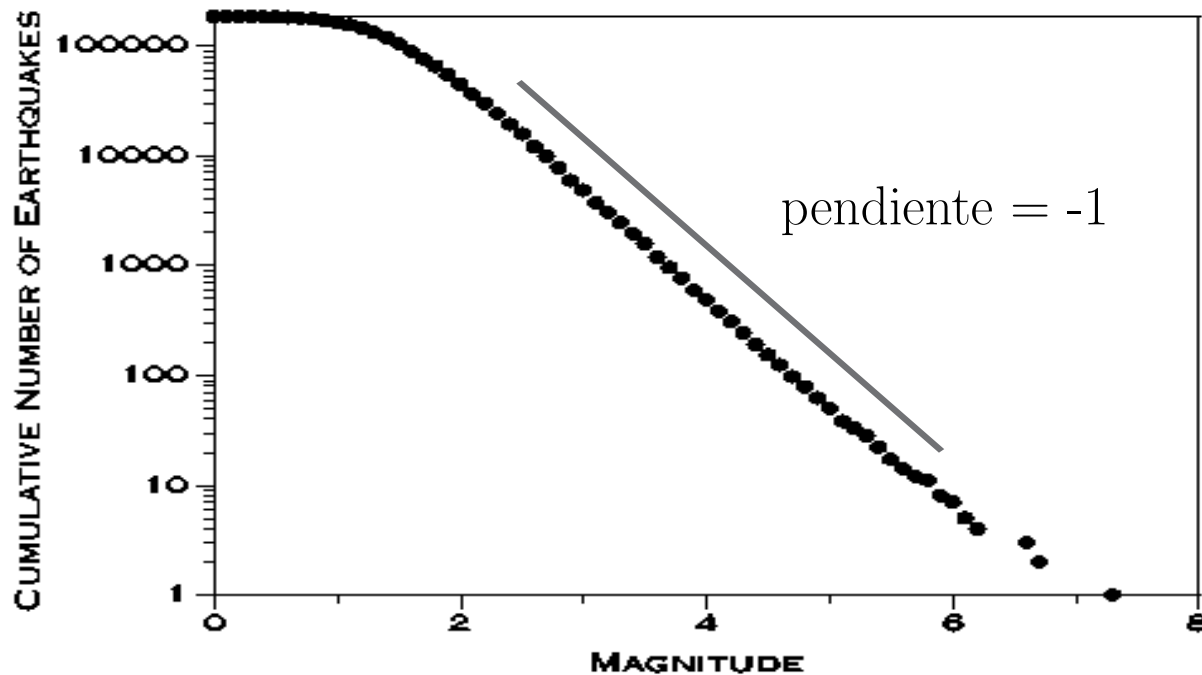


# Lecciones a partir de leyes de potencia

# Las leyes de potencia

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

“líneas rectas” en escalas doble-logarítmicas:

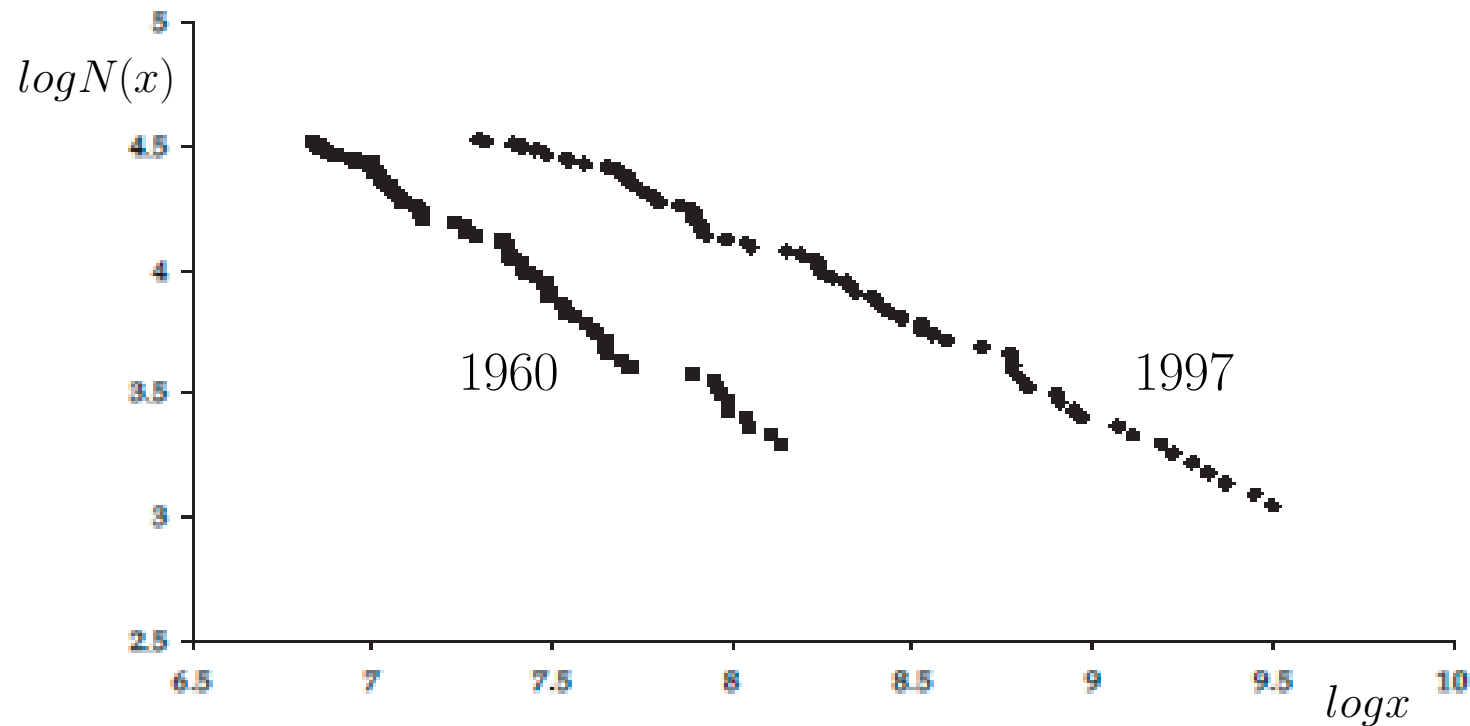


**violencia natural:** terremotos, inundaciones, avalanchas, erupciones volcánicas, incendios forestales

# Las leyes de potencia y las desigualdades

(Vilfredo Pareto, 1896)

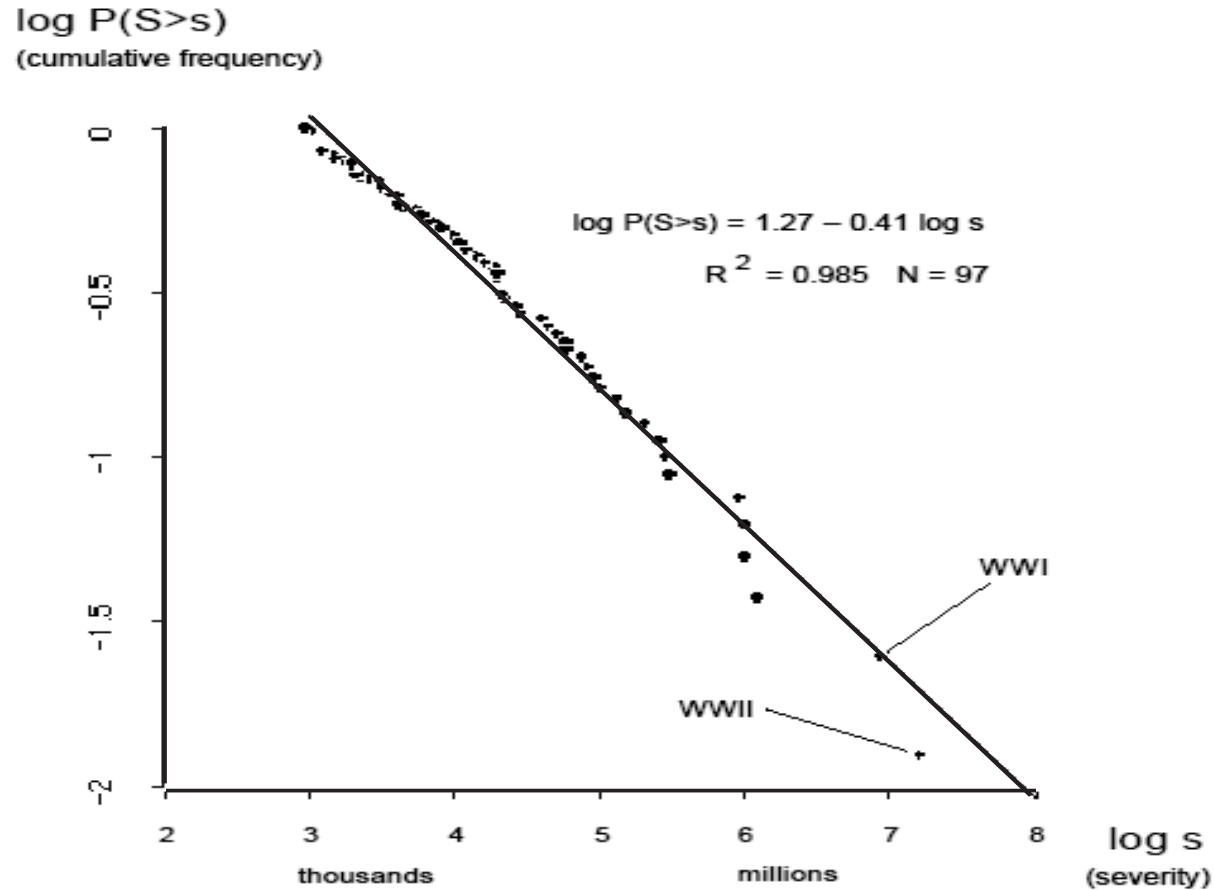
$$\log N(x) = \log A + m \cdot \log x$$



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

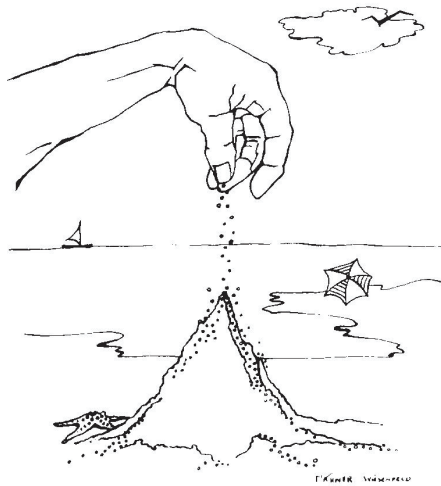
(Lewis Fry Richardson, 1960)



(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.**

