

**T U R B U L E N C I A**  
**H I D R O L O G Í A Y P A Z**

**Carlos E. Puentes**

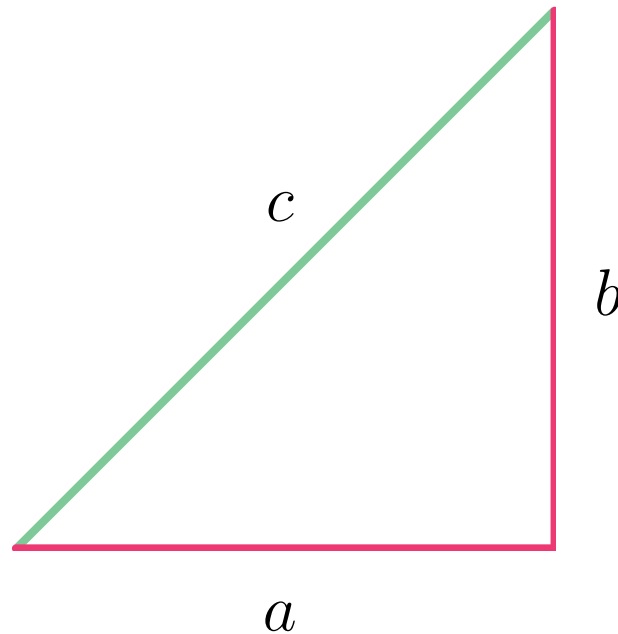
University of California, Davis

Escuela Colombiana de Ingeniería, 17 de Septiembre de 2010

## Tesis

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

# El teorema de Pitágoras

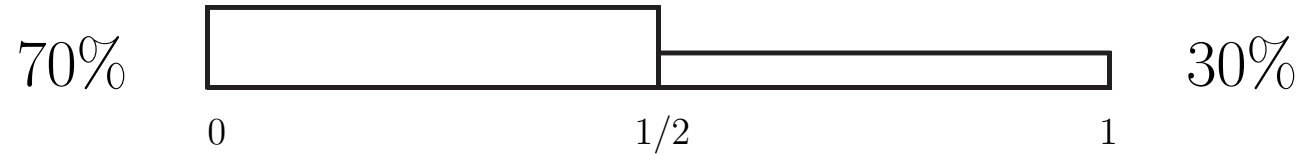


$a$ ,  $b$  son los **catetos** y  $c$  es la **hipotenusa**

$$a^2 + b^2 = c^2$$

$$a = b = 1 \Rightarrow c = \sqrt{2} \approx 1.4142\dots$$

# Un juego de niños



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

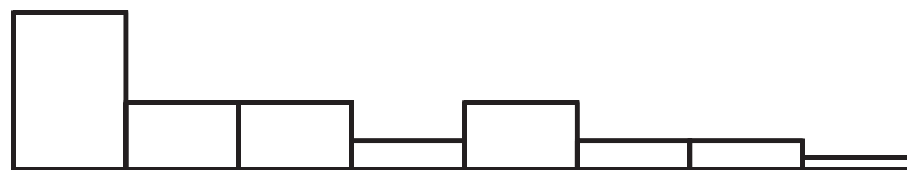


⋮

# Una cascada multiplicativa

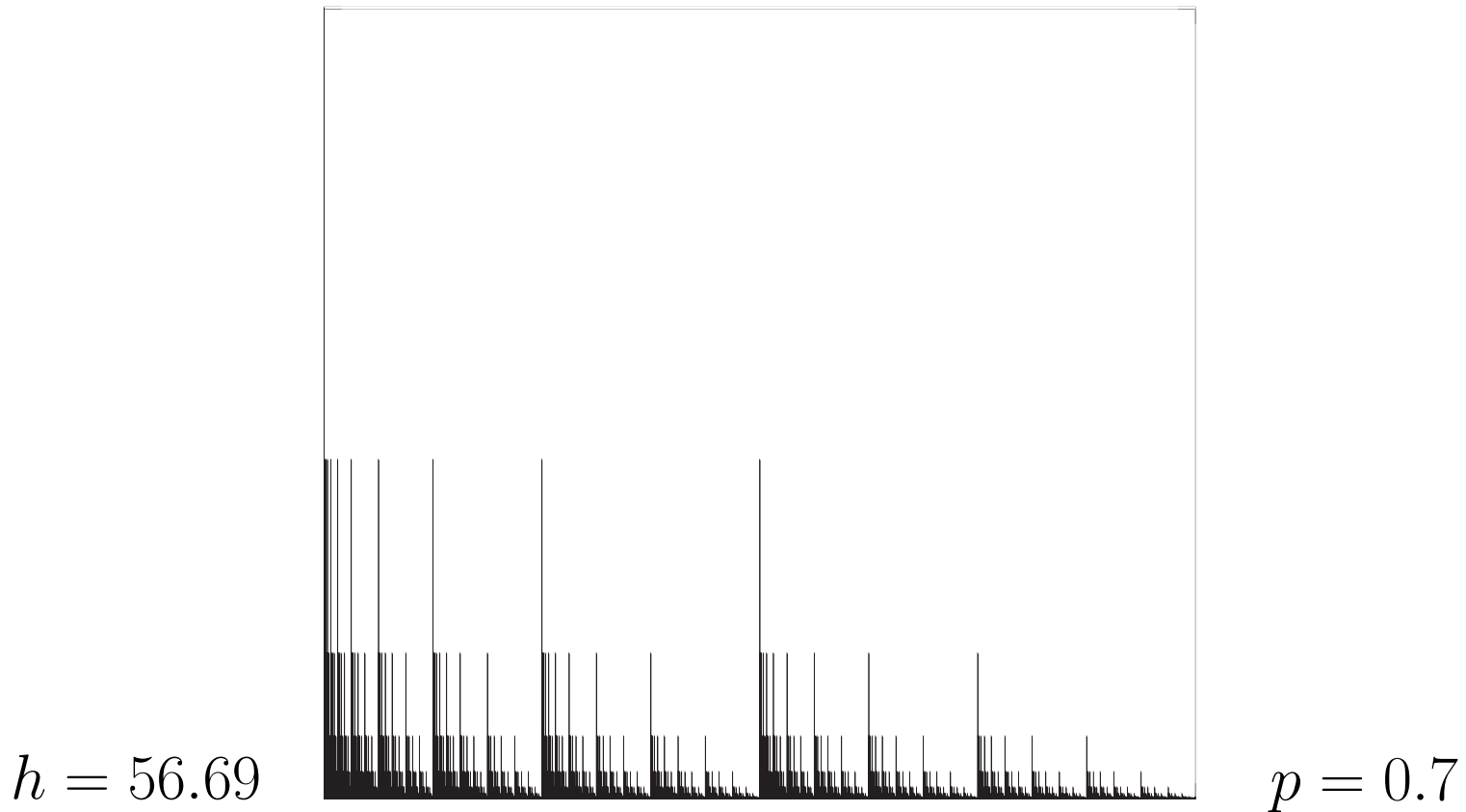


$$(p + q)^n$$



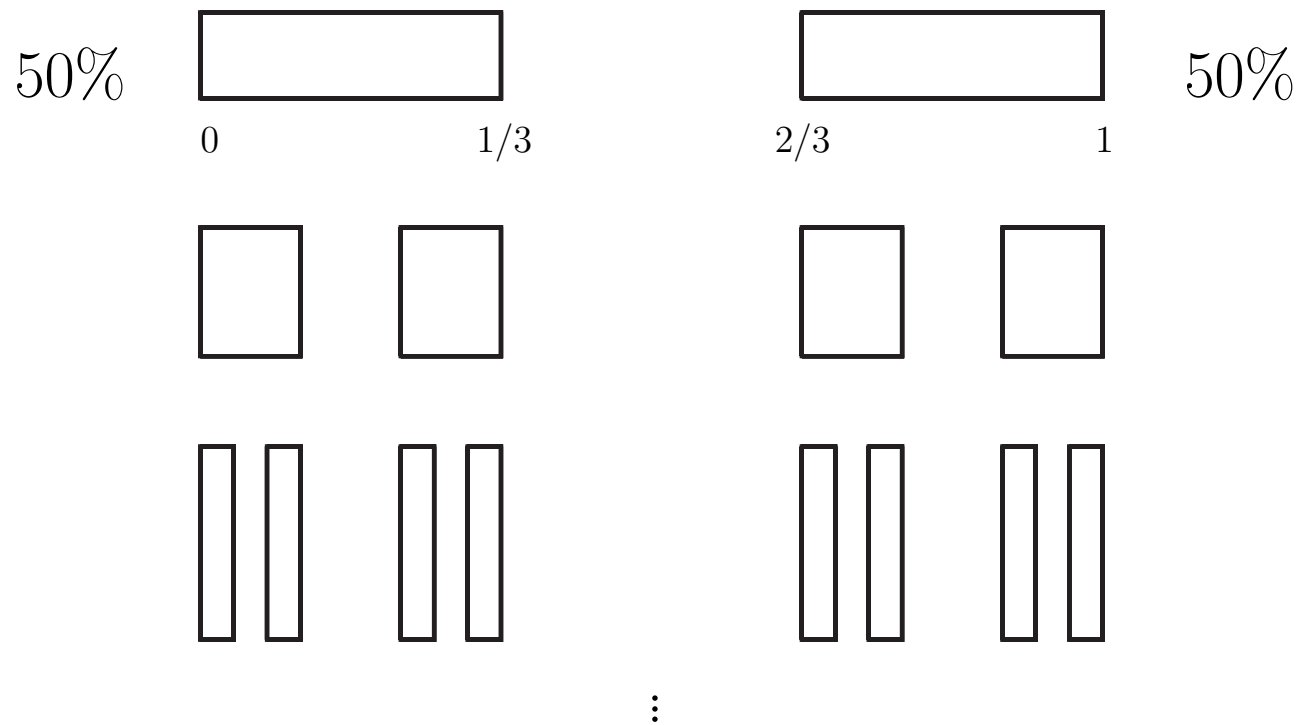
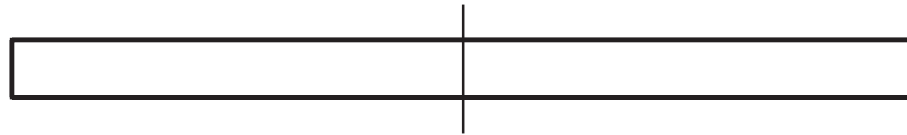
$$\begin{array}{cccc} & & & 1 & & & & \\ & & & 1 & & 1 & & \\ & & 1 & & 2 & & 1 & \\ 1 & & 3 & & 3 & & 1 & \end{array}$$

Después de  $n = 12$  niveles

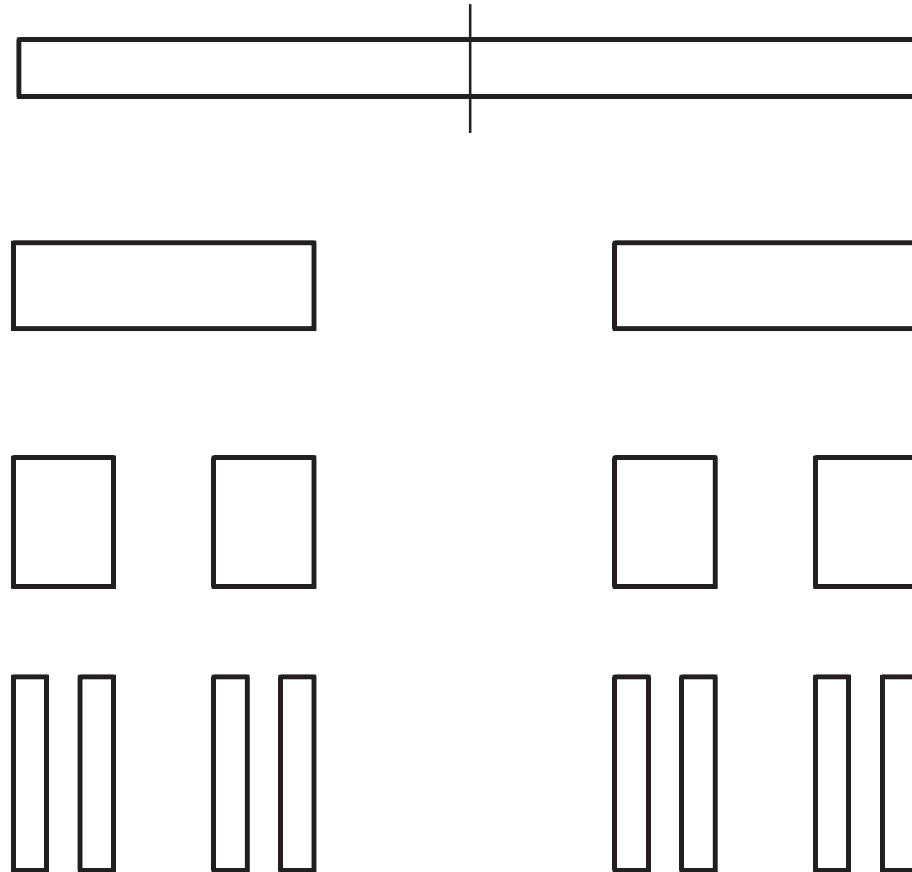


**espinas** entrelazadas por capas y con densidades diversas  
el soporte de cada capa es tan vacío y disperso como el **polvo**  
el juego genera un objeto “**multifractal**”

# Otro juego de niños



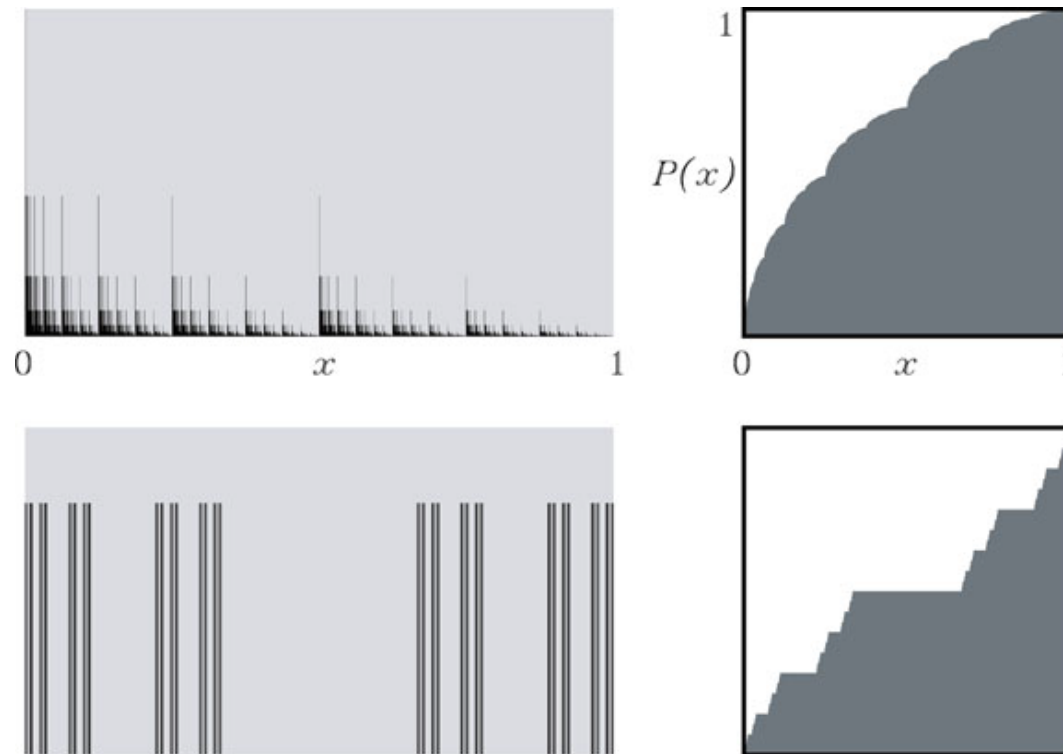
## Otra cascada divisiva



este proceso genera **espinas** iguales y disyuntas sobre **polvo**  
variando el hueco se reproducen las capas del primer juego

**Moraleja:** las dos cascadas están íntimamente **relacionadas**

## La plastilina acumulada

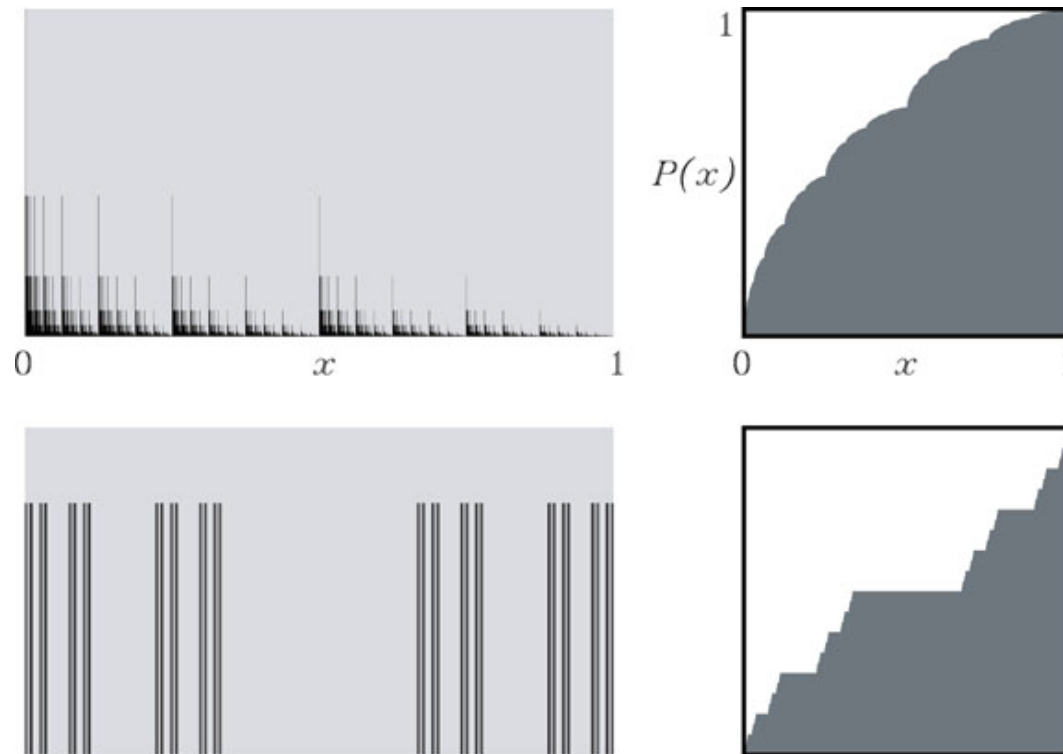


...a partir de la dinámica de los juegos:

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

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

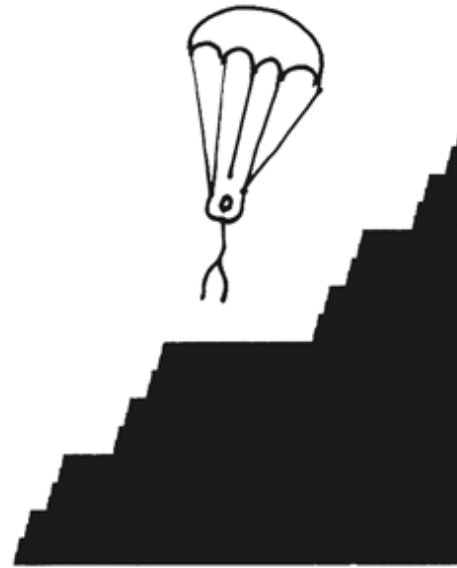
## La plastilina acumulada



los perfiles son localmente horizontales y carecen de tangentes  
ellos siempre poseen **longitudes máximas**:

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

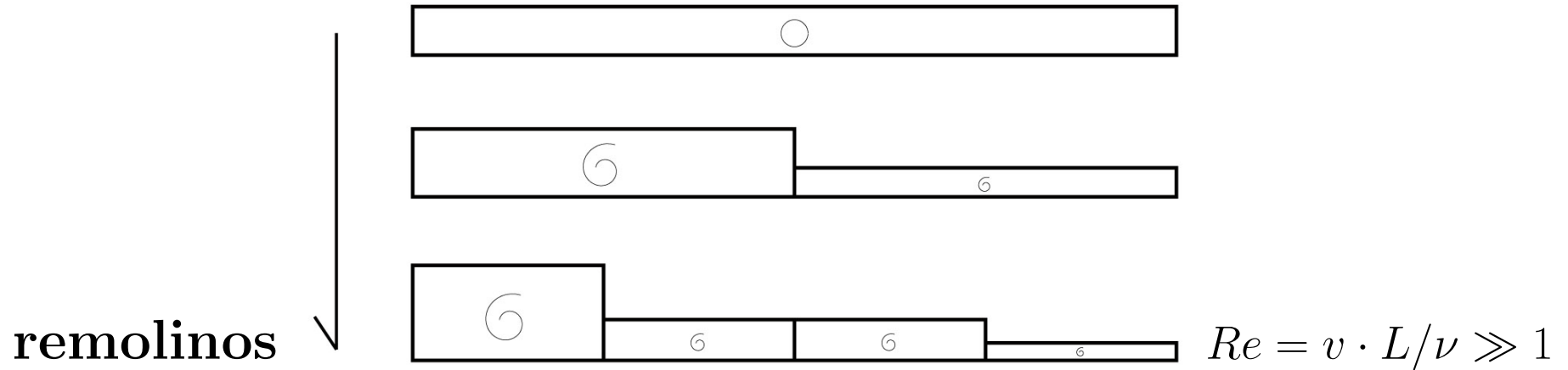
# Un verdadero engaño



una escalera del diablo...

# Turbulencia completamente desarrollada

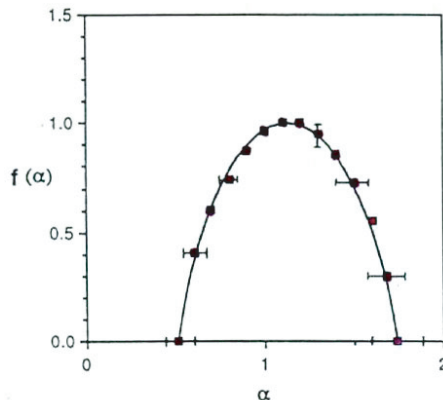
(Meneveau y Sreenivasan, 1987)



capas en turbulencia uni-dimensional como en la primera cascada

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

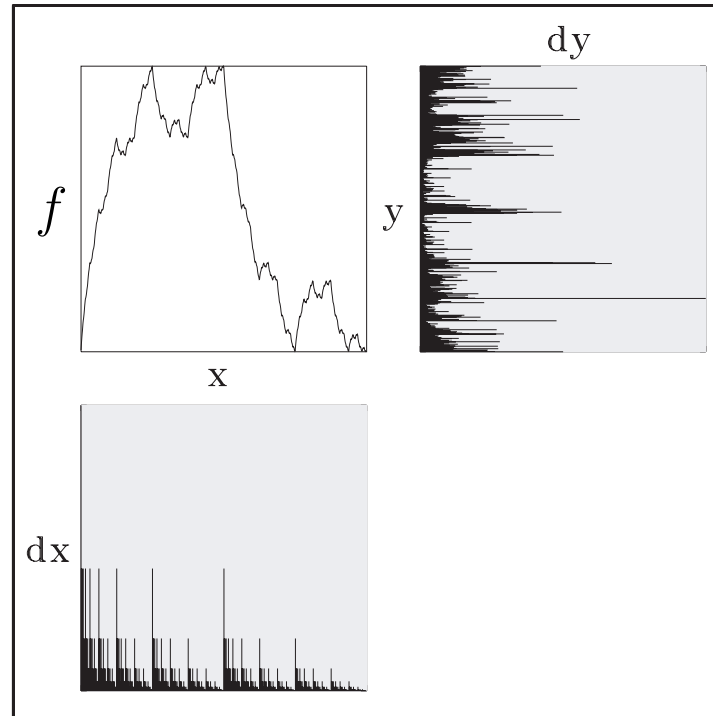
$$p = 0.7$$



universal

# Una Visión Platónica de la Complejidad

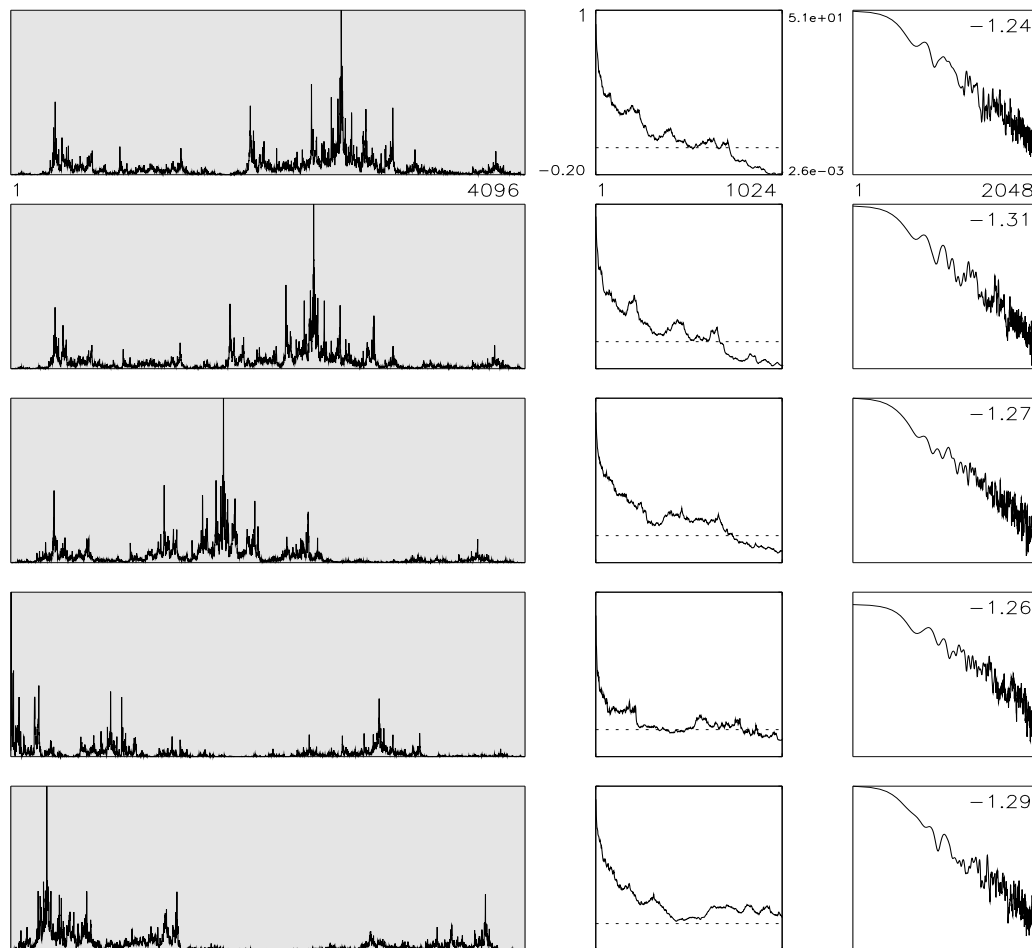
(Puente, 1992. 1994a, 1996)



- $dx$  es la “*iluminación*” multifractal de un alambre fractal  $f$
- $dy$  es la distribución derivada ( $dy = dx \circ f^{-1}$ )
- $dy$  es una “*transformación*” de la turbulencia

# Un Universo de Proyecciones

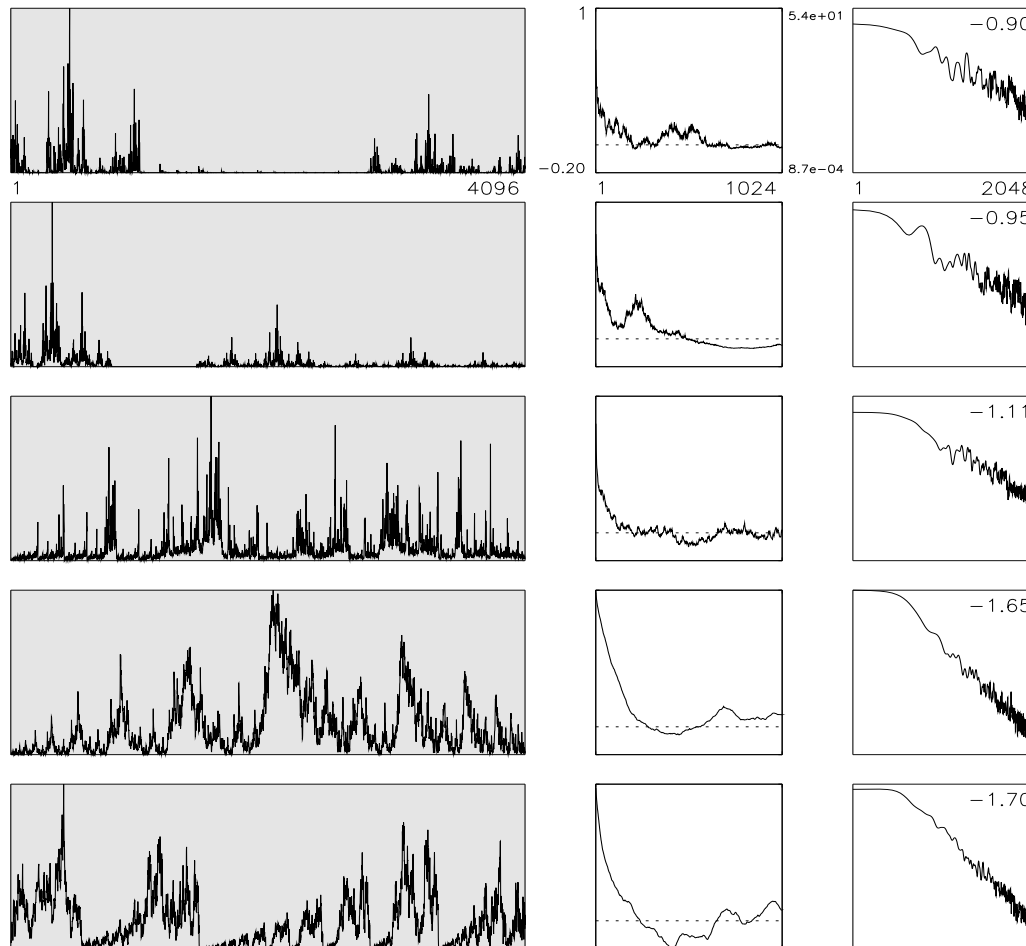
(Puente, 2004)



- variando los puntos de interpolación...

# Otros Diseños Platónicos

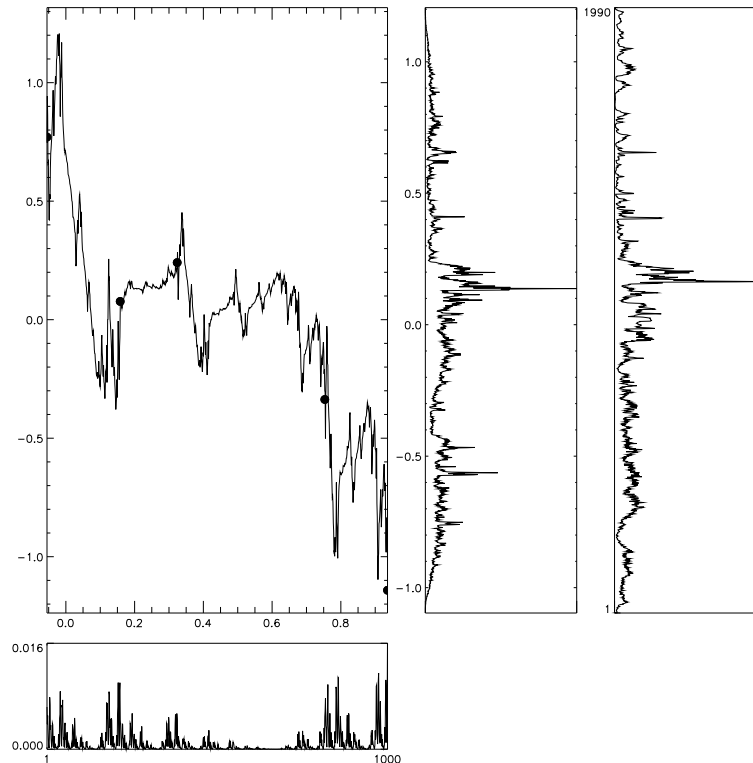
(Puente, 2004)



- diferentes formas y estadísticas...

# Una Tormenta en Boston

(Puente y Obregón, 1996)

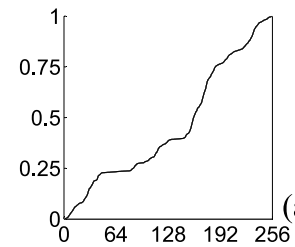
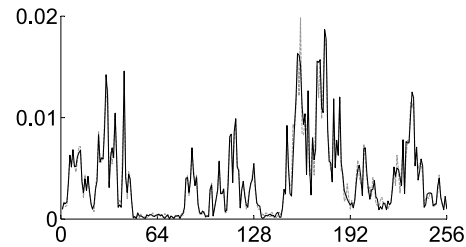


- Requiere 5 puntos de interpolación y 14 parámetros
- Obtenida preservando momentos y multifractalidad
- Ajusta correlación, espectro y naturaleza caótica de los datos

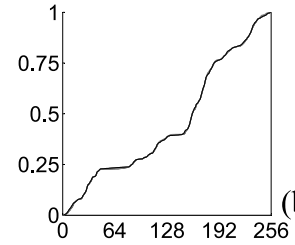
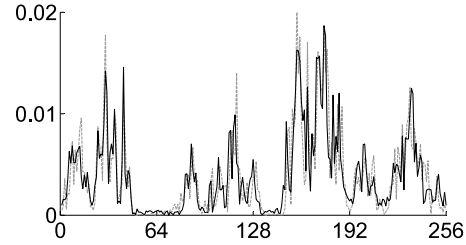
# Resultados Recientes

(Cortis et al., 2010)

Datos sintéticos

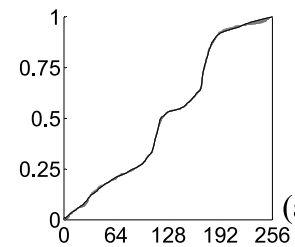
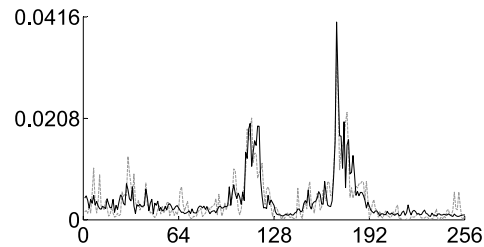


(a) wire 4p

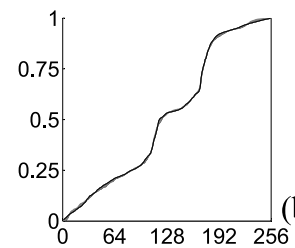
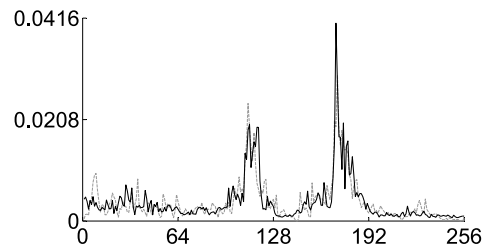


(b) cloud 3m

Datos reales

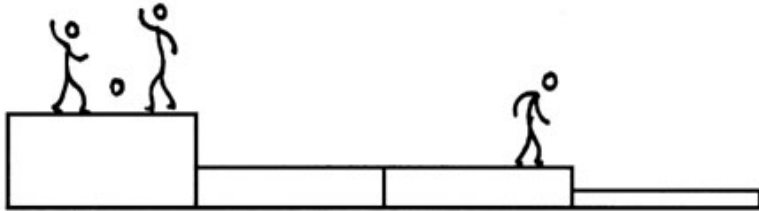


(a) wire 5p



(b) cloud 3m

# Nuestros tiempos turbulentos



preferencia  
competencia  
desigualdad



discriminación  
igualdad forzada  
desconfianza

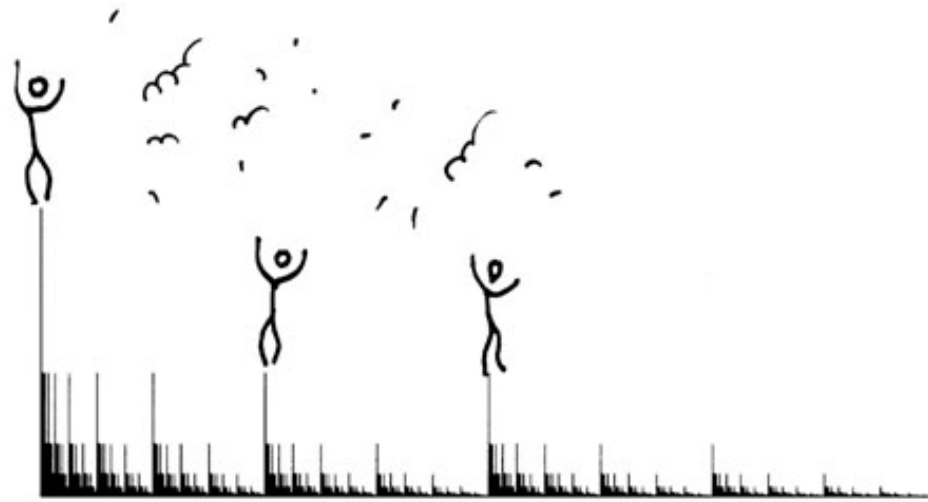
posturas y acciones **egoístas**

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

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

**violencia y terror...**

## ¿Un sistema óptimo?

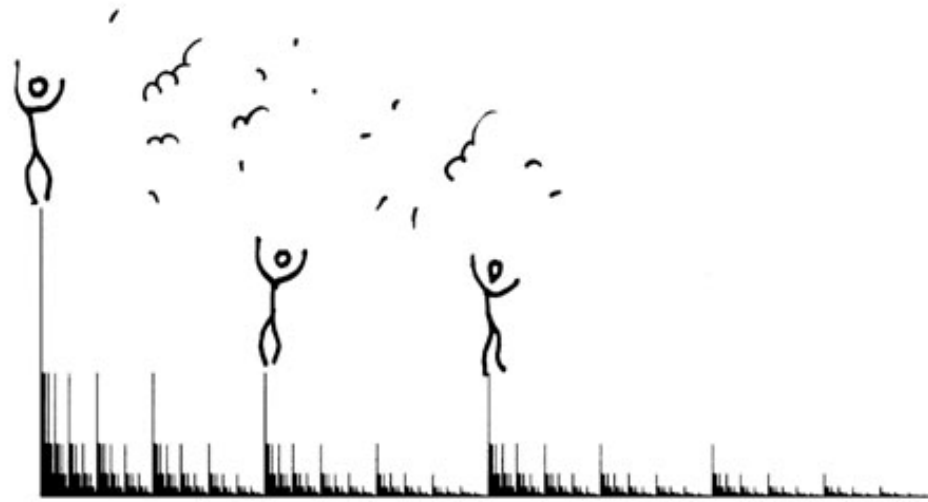


$$p = 0.7$$

$$n = 20$$

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

## ¿Un sistema óptimo?



$$p = 0.7$$

$$n = 20$$

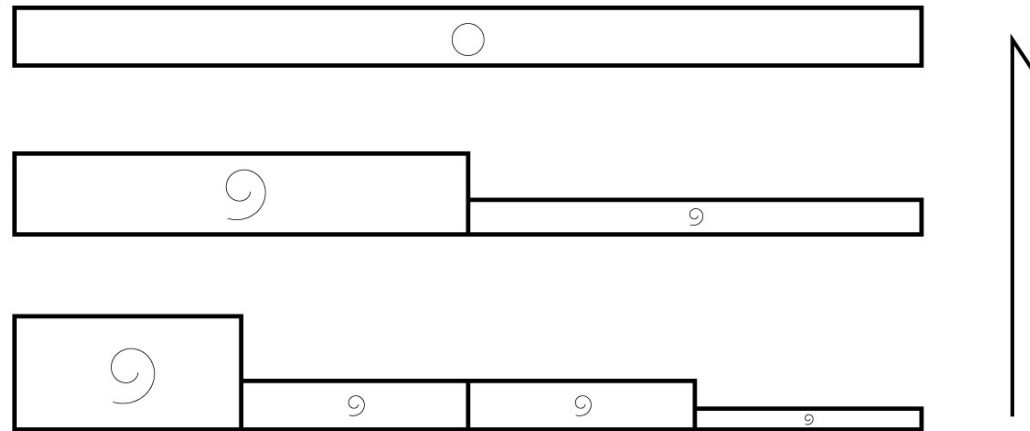
el 5, 10, 20 y 40% de las espigas más grandes  
contienen el 57, 70, 84 y 95% de la plastilina

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

**Moraleja**: ambas cascadas **disipan** la energía:  
si las seguimos, 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**

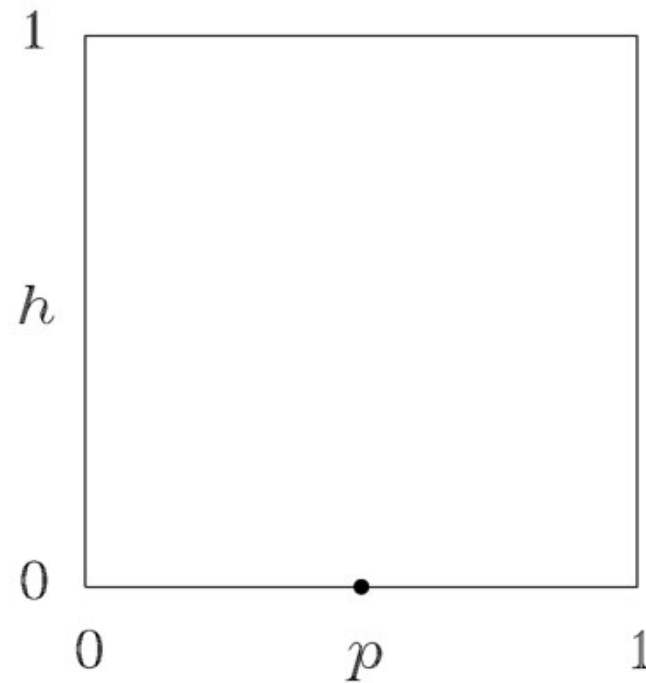
la acumulación de la masa es la línea **uno** a **uno**

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

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

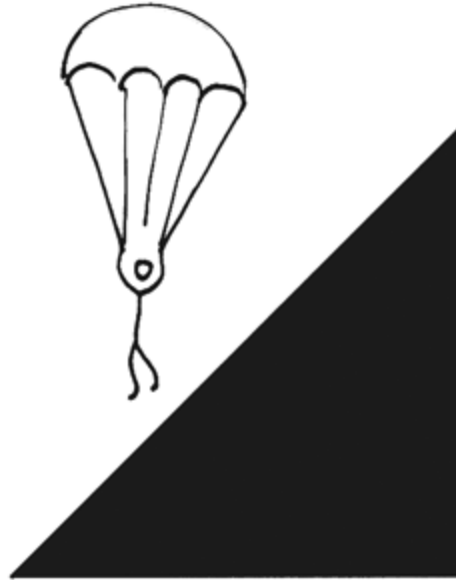
**Moraleja:**  $X = Y$  representa y provee la **raíz** del **amor**

## 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**...

# Una invitación verdadera



el camino recto...

# Un recuerdo de nuestras opciones

equilibrio

turbulencia

calma

violencia

rectitud

maldad

50-50

espinas

camino corto

camino largo

reconciliación

separación

integración,  $\int$

división,  $\$$

completez

vacío

unidad

polvo

$1 = 0.999 \dots$

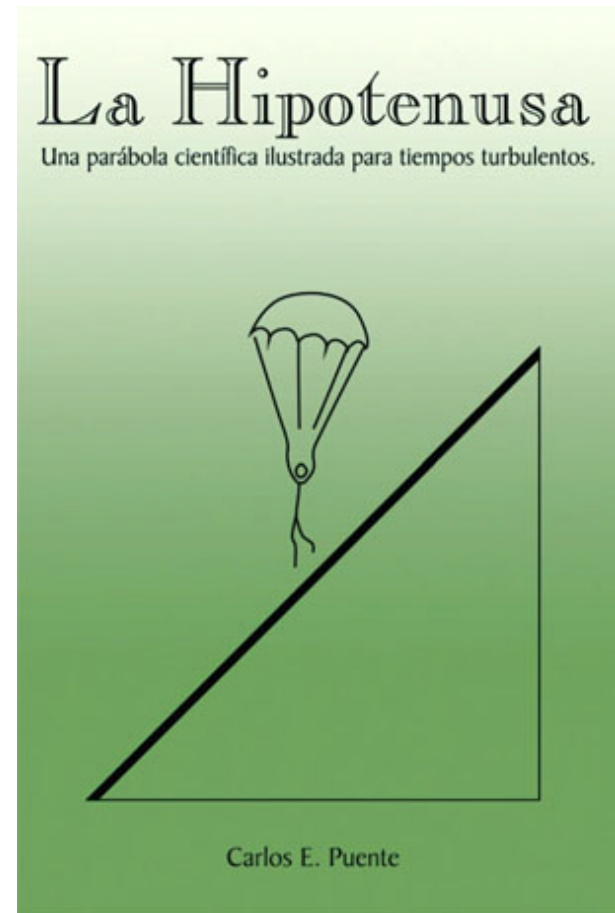
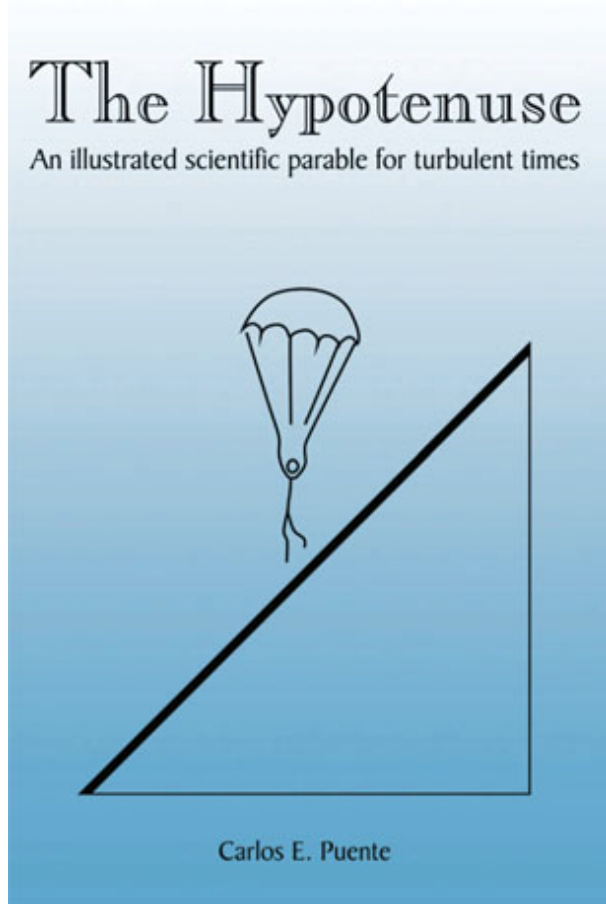
$2/3 = 0.666 \dots$

positivo,  $+$

negativo,  $-$

futuro

pasado

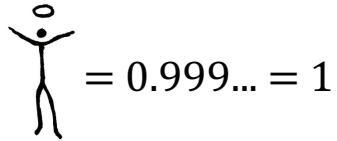


todas las ventas para ayudar a necesitados en Liberia y Colombia

# Símbolos Poderosos

(Petrus Soons, 2008)

halo cabeza



Jesús  $X = Y$



888 110 + 1 latigazos

dos moneditas

$$0 + 0 = \infty$$

parábola mortal

$$2/3 = 0.666\dots$$

campana

$A \Omega$

1 800

$2^8 = 2^\infty$  florecitas

**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**

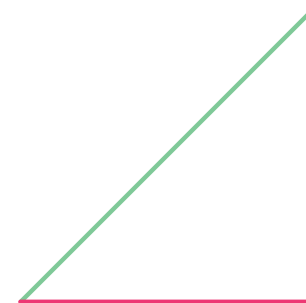
es vivencia sin el miedo,  
es matrimonio de lleno:

**X = Y.**

**X = Y**

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

**X = Y.**



## LA HIPOTENUSA

¿Te acuerdas,  
cuando estabas en la escuela?  
¿Te acuerdas,  
aprendiendo de veras?

¿Te acuerdas,  
pintando todo el día?  
¿Te acuerdas,  
jugando geometría?

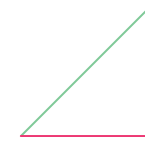
¿Te acuerdas,  
de los ángulos rectos?  
¿Te acuerdas,  
de los tales catetos?

¿Te acuerdas,  
de hipotenusa y su distancia?  
¿Te acuerdas,  
del teorema de tu infancia? *Pitágoras!*

**Ahora vamos a explorar  
para que más sirve eso,  
ahora vamos a estudiar  
su relación con lo nuestro.**

**Ahora vamos a explorar  
para que más sirve eso,  
ahora vamos a estudiar  
su relación con lo cierto.**

Hay dos caminos  
ve, no es invento,  
el uno es mentira  
y el otro es recto.



Camino largo  
o viaje derecho,  
exigiendo en vano  
o dando alimento.

Conciencia ligera  
o corazón pesado,  
la vida plena  
o tiempo gastado.

Yendo por el medio  
o por los catetos,  
hallando la raíz  
o perdiendo el centro.

$\sqrt{2}$

**Mira, esto es sólo verdad,  
mira, la vida cómo va. (2)**

**Aunque lo dudemos,  
no hay más opción,  
y aunque nos parezca exageración:  
o usamos la hipotenusa  
o vamos por los catetos. (2)**

*Mira que es cierto...*

$$1 = 0.999\dots$$

Si tu corazón no miente  
y comprendes que hay hermano,  
si tú haces lo que es bueno  
y al que sea das la mano:  
**usas la hipotenusa.**

Y si me pongo iracundo  
y mi ego incita al tajo,  
si acumulo los rencores  
sin perdonar desde abajo:  
**voy por catetos.**

Si el amor guía tu día  
en lo humilde de la entrega,  
si construyes la alegría  
en constante vida nueva:  
**usas la hipotenusa.**

Y si me hago el bobo  
con hipócrita conciencia,  
y si lo ajeno es excusa  
para crecer mi indiferencia:  
**voy por catetos.**

*¿No es cierto?*

*Entonces, corolario. Coro, ¿qué?*

*Aprende el coro...*

**Ay por catetos no,  
ay por catetos no,  
ay Dios, usa la hipotenusa.**

$$X = Y$$

**Ay por catetos no,  
ay por catetos no,  
no no no, usa la hipotenusa.**

Para vivir en paz  
para sembrar unión,  $\int$   
**ay Dios, usa la hipotenusa.**

Para sanar dolor  
para gestar amor,  
**ay Dios, usa la hipotenusa.**

Para reir al fin  
para entender mejor,  
**ay Dios, usa la hipotenusa.**

Para crecer la fe  
para soñar el sol,  
**ay Dios, usa la hipotenusa.**

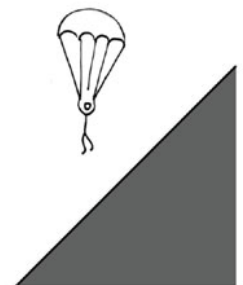
*No olvidemos...*

**Ay por catetos no,  
ay por catetos no,  
ay Dios, usa la hipotenusa.**

*Oye amigo...*

**Ay por catetos no,  
ay por catetos no,  
no no no, usa la hipotenusa.**

*Al Origen...*



609

**Seis**, cero, **nueve**, mi canción  
números que hablan del amor,  
**seis**, cero, **nueve**, un pregón  
símbolos para el corazón.

De seis en seis  
con rotación adentro,  
de seis en seis  
me convertí en lamento.

De seis en seis  
con sutiles razones,  
de seis en seis  
en egoístas divisiones.

De seis en seis  
creyendo ser gran cosa,  
de seis en seis  
sólo espina de la rosa.

**Seis**, cero, **nueve**, mi canción  
números que hablan del amor,  
**seis**, cero, **nueve**, un pregón  
símbolos para el corazón.

Del seis al cero  
le bajé velocidad,  
del seis al cero  
ya no fue tempestad.

Del seis al cero  
recibí el perdón,  
del seis al cero  
comprendí que hay Dios.

Del seis al cero  
supe de la paz,  
del seis al cero  
se fue la soledad.

**Seis**, cero, **nueve**, mi canción  
números que hablan del amor,  
**seis**, cero, **nueve**, un pregón  
símbolos para el corazón.

Del cero al nueve  
se volteó el espiral,  
del cero al nueve  
me atreví a amar.

Del cero al nueve  
intenté oración,  
del cero al nueve  
quise ser reparador.

Del cero al nueve  
el infinito fluyó,  
del cero al nueve  
a veces no fui yo.

**Seis**, cero, **nueve**, mi canción  
números que hablan del amor,  
**seis**, cero, **nueve**, un pregón  
símbolos para el corazón.

De nueve en nueve  
me convierto en pez,  
de nueve en nueve  
más cerca de si ser.

De nueve en nueve  
venciendo oscuridad,  
de nueve en nueve  
creciendo en realidad.

De nueve en nueve  
deseo ya vivir,  
de nueve en nueve  
la gloria del morir.

**Seis**, cero, **nueve**, mi canción  
números que hablan del amor,  
**seis**, cero, **nueve**, un pregón  
símbolos para el corazón.

