

HECHOS ESTILIZADOS EN UN SISTEMA DE PARTÍCULAS AUTOPROPULSADAS

G. A. Patterson & D. R. Parisi
gpatters@itba.edu.ar

ITBA & CONICET

TALLER INTERDISCIPLINARIO EN SISTEMAS COMPLEJOS
5/12/2019
BUENOS AIRES



Introducción: ¿Qué son los hechos estilizados?

- ▶ **Propiedades estadísticas en común** presentes en los instrumentos y mercados, a lo largo del tiempo
- ▶ Son tan limitantes que son **difícil de reproducir**, inclusive, en modelos sintéticos

Introducción: ¿Qué son los hechos estilizados?

- ▶ **Propiedades estadísticas en común** presentes en los instrumentos y mercados, a lo largo del tiempo
- ▶ Son tan limitantes que son **difícil de reproducir**, inclusive, en modelos sintéticos

Ejemplos (mirando los retornos)

- ▶ Distribuciones con *fat tails*
- ▶ Ausencia de autocorrelación
- ▶ Agrupamiento de eventos volátiles
- ▶ Proceso multifractal

Introducción: ¿Qué son los hechos estilizados?

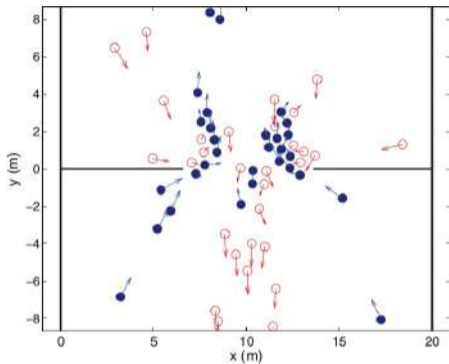
- ▶ **Propiedades estadísticas en común** presentes en los instrumentos y mercados, a lo largo del tiempo
- ▶ Son tan limitantes que son **difícil de reproducir**, inclusive, en modelos sintéticos

Ejemplos (mirando los retornos)

- ▶ Distribuciones con *fat tails*
- ▶ Ausencia de autocorrelación
- ▶ Agrupamiento de eventos volátiles
- ▶ Proceso multifractal

- ▶ ¿Cuál es el origen?
- ▶ ¿Son exclusivos de los sistemas financieros?

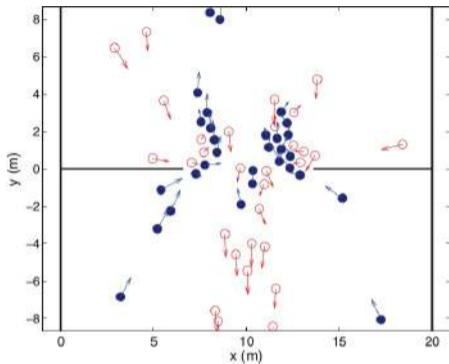
Antecedentes: Peatones simulados



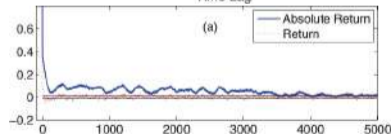
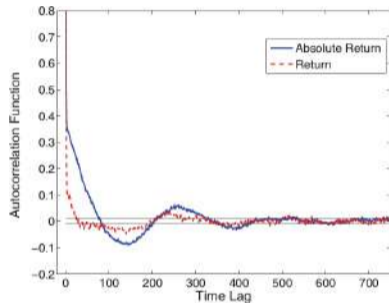
- ▶ Variaciones de la densidad en la abertura
- ▶ 7 hechos estilizados

[Parisi *et al.*, PRE 87 (2013)]

Antecedentes: Peatones simulados

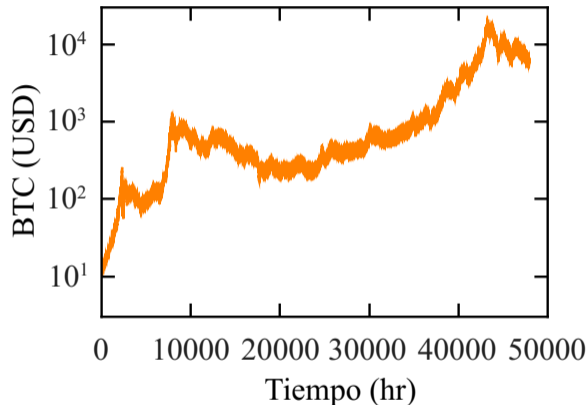


- ▶ Variaciones de la densidad en la abertura
- ▶ 7 hechos estilizados
- ▶ +1 **capacidad de decidir**



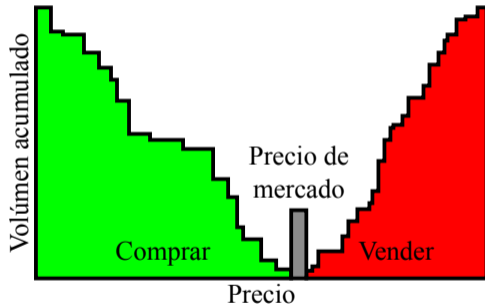
[Parisi *et al.*, PRE 87 (2013)]

Evolución del precio Bitcoin-Dólar



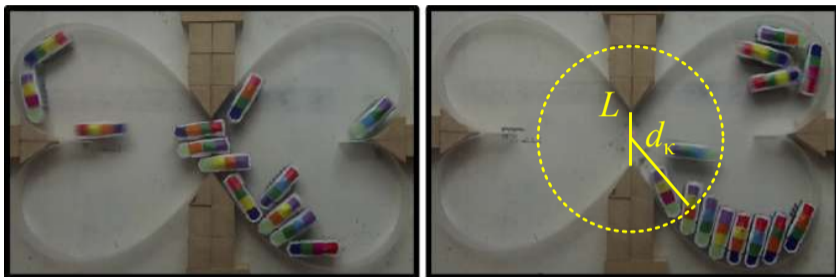
- ▶ Del 31/12/2012 al 30/6/2018
- ▶ $R_{\text{BTC}}(t_i, j) = \log(P_{\text{BTC}}(t_{i+j})) - \log(P_{\text{BTC}}(t_i))$

- ▶ Flujo de órdenes (libro de órdenes)
- ▶ Balance entre órdenes compra-venta
- ▶ Se ejecutan en un intervalo angosto




$$\frac{dp}{dt} \propto D - S$$

Descripción Experimental



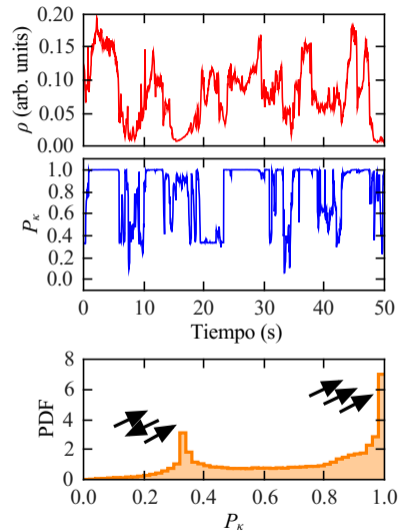
Dimensiones

- ▶ $L = 40 \text{ mm}$
- ▶  $\times 13$
- ▶ $43 \text{ mm} \times 15 \text{ mm} \times 18 \text{ mm}$

Observables

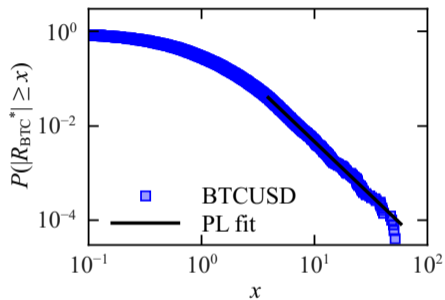
- ▶ $\rho(t_i) \propto 1/d_\kappa(t_i)^2$
- ▶ $P_\kappa(t_i) = 1/\kappa |\sum_{k=1}^{\kappa} \vec{e}_k(t_i)|$
- ▶ $R_\rho(t_i, j) = \rho(t_{i+j}) - \rho(t_i)$

Resultados: Evolución del sistema



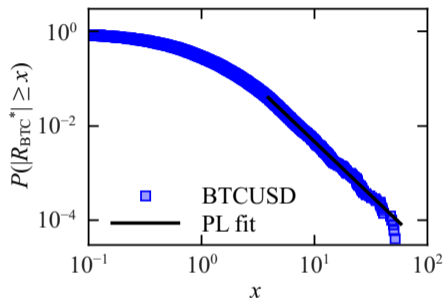
Resultados: *Fat tails* y tendencia a Gaussiana

BTCUSD

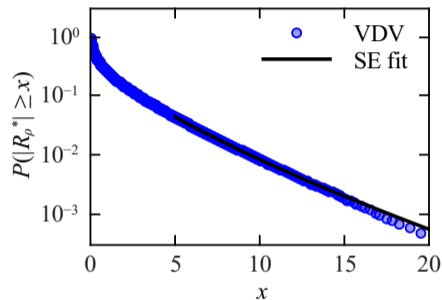


Resultados: *Fat tails* y tendencia a Gaussiana

BTCUSD



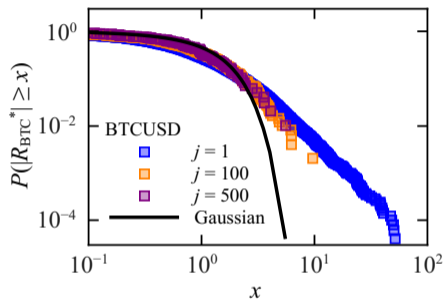
VDV



Se observan *fat tails*: $SE \propto \exp\left(-\left(\frac{x}{\alpha_{SE}}\right)^\beta\right)$ y $PL \propto x^{-\alpha_{PL}}$

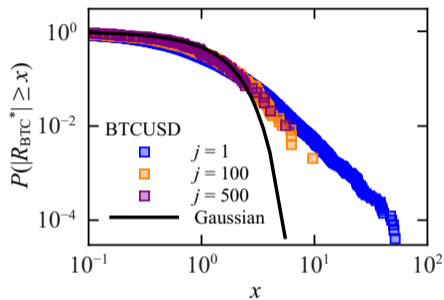
Resultados: *Fat tails* y tendencia a Gaussiana

BTCUSD

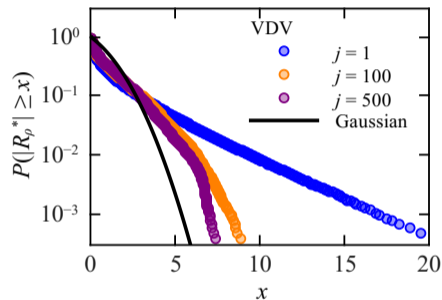


Resultados: *Fat tails* y tendencia a Gaussiana

BTCUSD



VDV



Colas más delgadas al aumentar la ventana de observación

Para otro sistema financiero

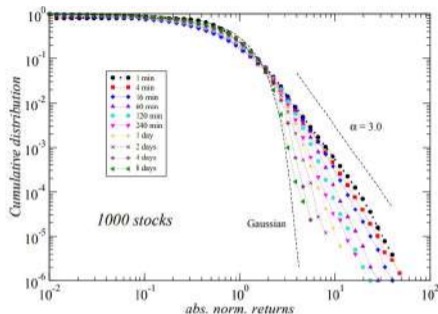


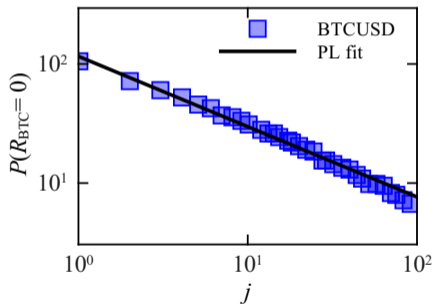
Fig. 1. Cumulative distributions of normalized stock returns averaged over 1000 highly-capitalized American companies in time interval Dec 1997 - Dec 1999 for several different time scales from 1 min to 8 days. Gaussian distribution and inverse cubic scaling are also shown for comparison. Best-fit power index α calculated by means of log-log regression assumes the following values: 3.08 ± 0.05 ($\Delta t = 1$ min), 3.34 ± 0.05 (4 min), 4.00 ± 0.04 (16 min), 4.60 ± 0.05 (60 min), 4.95 ± 0.06 (120 min), 4.81 ± 0.15 (240 min), 5.90 ± 0.08 (1 day), 7.18 ± 0.28 (2 days), 9.17 ± 0.22 (4 days), and 8.32 ± 0.40 (8 days).

[Drozd et al., Physica A 383 (2007)]

Resultados: *Scaling* del máximo de la distribución

$$P(R_Y = 0)$$

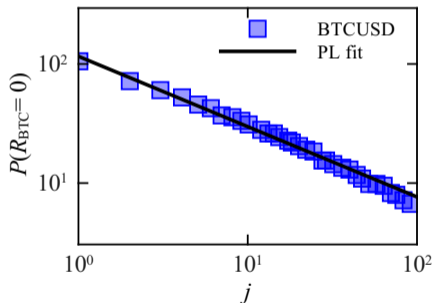
BTCUSD



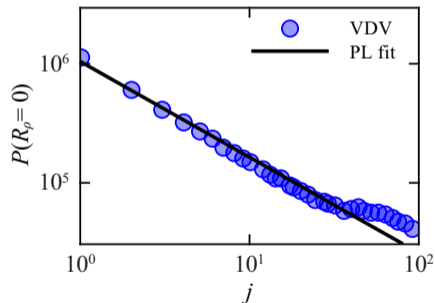
Resultados: *Scaling* del máximo de la distribución

$$P(R_Y = 0)$$

BTCUSD



VDV

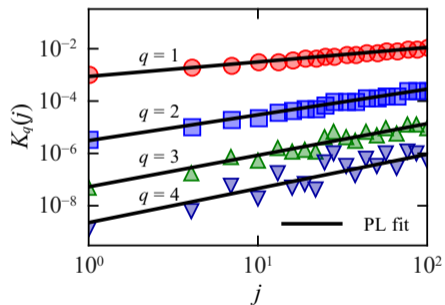


Los resultados son compatibles con PLs

Resultados: Multifractalidad

$$K_q(j) = \langle |R_Y(t_i, j)|^q \rangle \propto j^{qQ(q)}$$

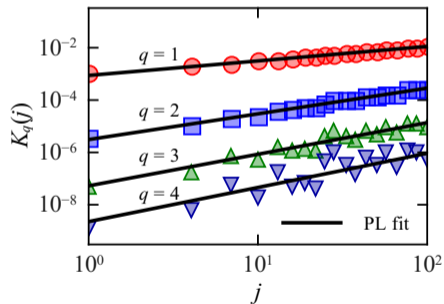
BTCUSD



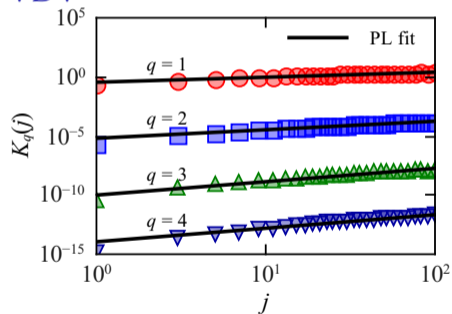
Resultados: Multifractalidad

$$K_q(j) = \langle |R_Y(t_i, j)|^q \rangle \propto j^{qQ(q)}$$

BTCUSD



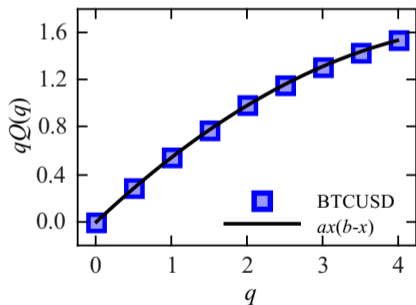
VDV



Resultados: Multifractalidad

$$K_q(j) = \langle |R_Y(t_i, j)|^q \rangle \propto j^{qQ(q)}$$

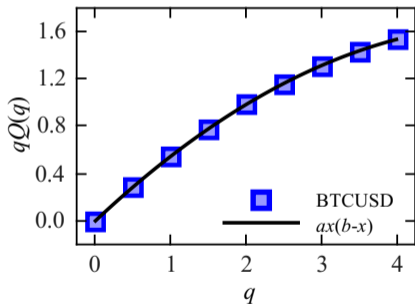
BTCUSD



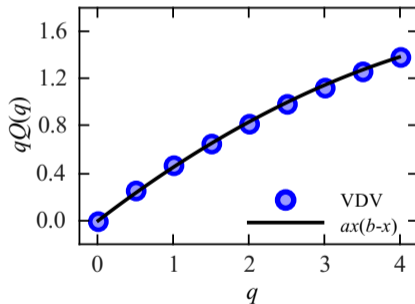
Resultados: Multifractalidad

$$K_q(j) = \langle |R_Y(t_i, j)|^q \rangle \propto j^{qQ(q)}$$

BTCUSD



VDV

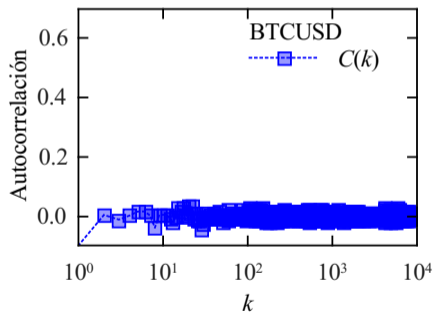


Los resultados son compatibles con un proceso multifractal

Resultados: Correlación y volatilidad

$$C(k) = \text{Autocorr}(R_Y(t_i))$$

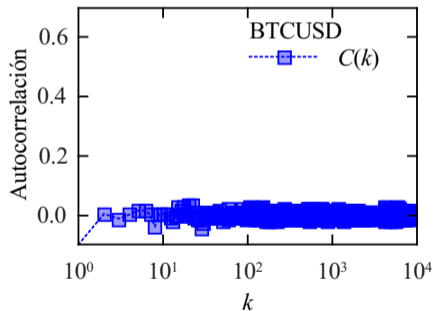
BTCUSD



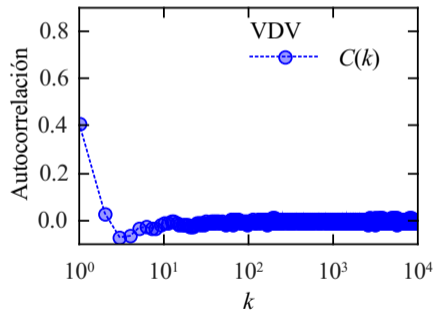
Resultados: Correlación y volatilidad

$$C(k) = \text{Autocorr}(R_Y(t_i))$$

BTCUSD



VDV

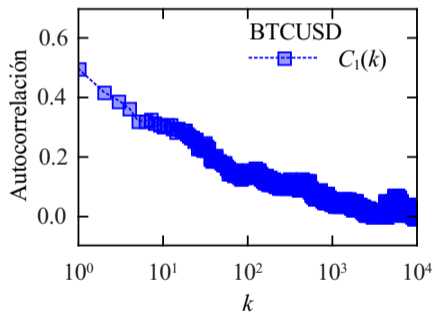


Ausencia de autocorrelación \Rightarrow no puedo relacionar el valor actual con uno futuro

Resultados: Correlación y volatilidad

$$C_1(k) = \text{Autocorr}(|R_Y(t_i)|)$$

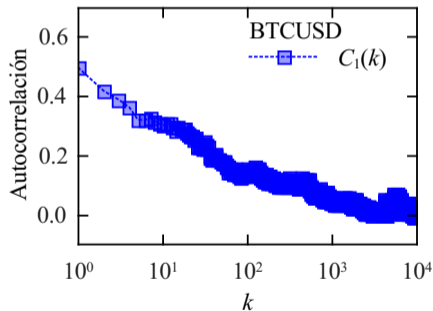
BTCUSD



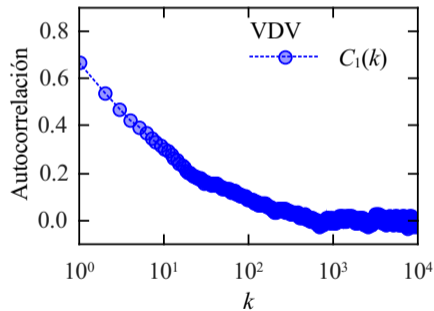
Resultados: Correlación y volatilidad

$$C_1(k) = \text{Autocorr}(|R_Y(t_i)|)$$

BTCUSD



VDV

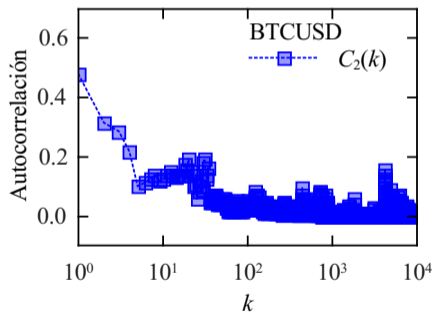


Agrupamiento de eventos volátiles \Rightarrow variaciones están seguidas por variaciones

Resultados: Correlación y volatilidad

$$C_2(k) = \text{Autocorr}\left(|R_Y(t_i)|^2\right)$$

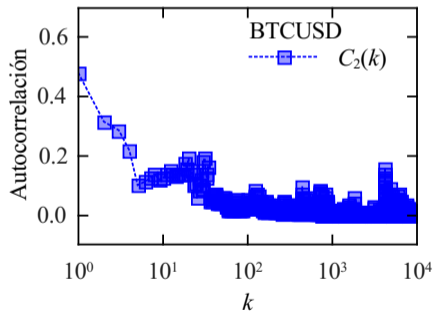
BTCUSD



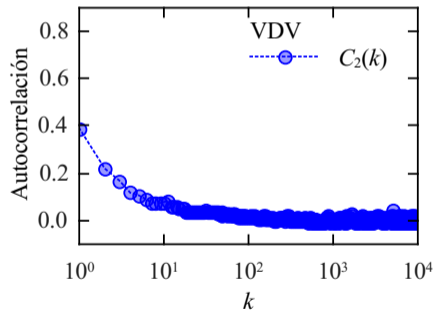
Resultados: Correlación y volatilidad

$$C_2(k) = \text{Autocorr}\left(|R_Y(t_i)|^2\right)$$

BTCUSD



VDV

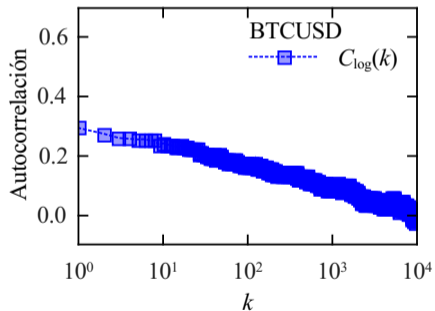


Agrupamiento de eventos volátiles \Rightarrow variaciones están seguidas por variaciones

Resultados: Correlación y volatilidad

$$C_{\log}(k) = \text{Autocorr}(\log |R_Y(t_i)|)$$

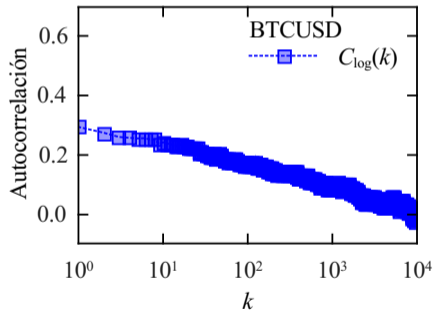
BTCUSD



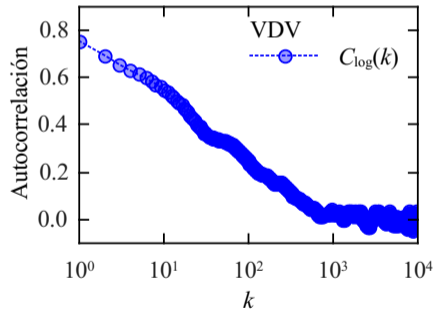
Resultados: Correlación y volatilidad

$$C_{\log}(k) = \text{Autocorr}(\log |R_Y(t_i)|)$$

BTCUSD

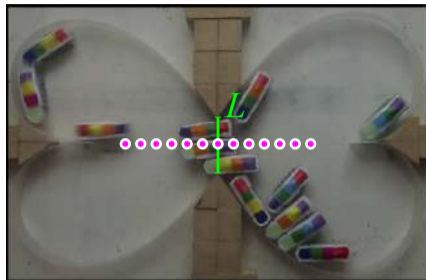
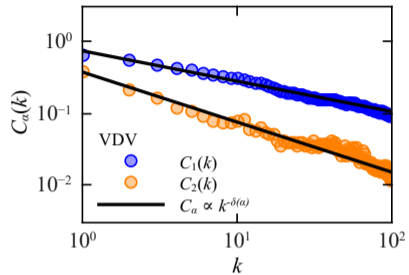


VDV

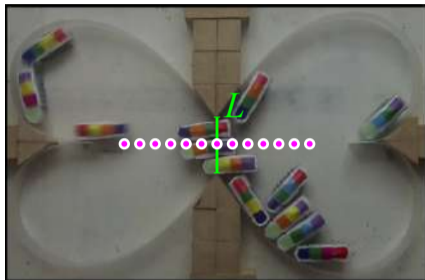
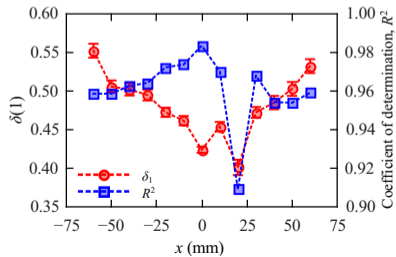
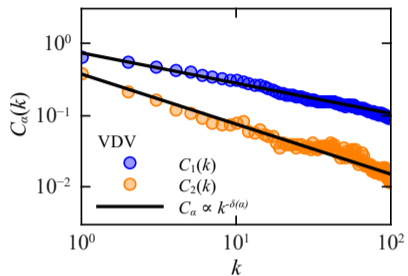


Funciones no lineales de R_Y pueden presentar mayores tiempos de correlación

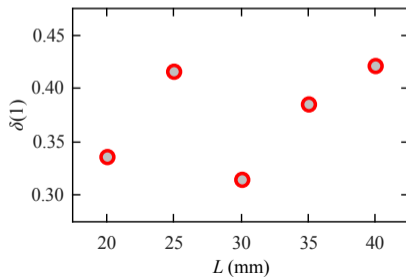
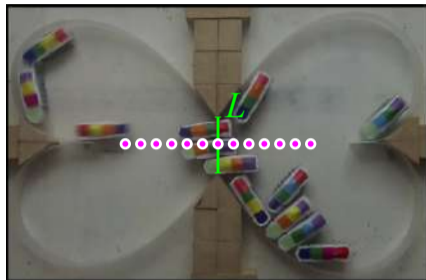
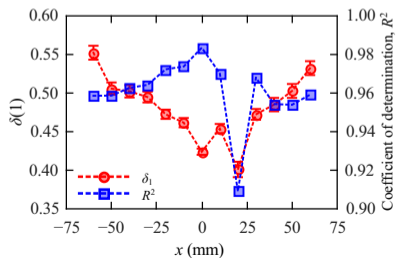
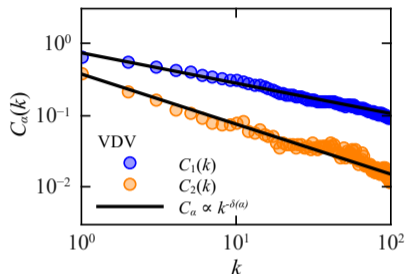
Resultados: Efecto de la abertura



Resultados: Efecto de la abertura



Resultados: Efecto de la abertura

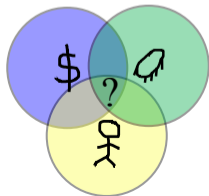


Conclusiones

- ▶ Se observó que un sistema de **partículas autopropulsadas** en un sistema cerrado específico presenta **propiedades de escala**
- ▶ Estas propiedades tienen una excelente **correlación con los hechos estilizados** financieros, en particular, se verificaron con los del precio BTCUSD
- ▶ Los resultados permiten postular una **hipótesis** en la que **flujos contrapuestos** que atraviesan una **abertura** presentan **propiedades universales** independientemente de su origen (financiero, físico, ingeniería, *etc.*)

Conclusiones

- ▶ Se observó que un sistema de **partículas autopropulsadas** en un sistema cerrado específico presenta **propiedades de escala**
- ▶ Estas propiedades tienen una excelente **correlación con los hechos estilizados** financieros, en particular, se verificaron con los del precio BTCUSD
- ▶ Los resultados permiten postular una **hipótesis** en la que **flujos contrapuestos** que atraviesan una **abertura** presentan **propiedades universales** independientemente de su origen (financiero, físico, ingeniería, *etc.*)



Muchas gracias por su atención!