

Datos a alta frecuencia en Mercados Financieros: Qué nos dice sobre nosotros?

Laboratorio del TANDAR, CNEA

Con la informatización la masa de datos aumentó de manera desproporcionada. Desgraciadamente cuestan dinero (mucho) pero podrían ser un testimonio de comportamientos humanos.

- Existe una corriente llamada "Economía Comportamental" (con Premios Nobel como Kahneman y Tversky) y mas recientemente "Neuroeconomía"
- Es parte de la "teoría" estandar que el riesgo debido a la incerteza se monetiza. Entonces como viene percibida la incerteza? Que precio se paga?
- Hay mas de un tipo de incerteza? Recuerden por ejemplo los "know unknowns" y los "unknow unknowns"

Efectivamente hay ya una propuesta de distinguir dos tipos de *INCERTEZA*: Knight (1923)

En el esfuerzo de formalizar y calcular la incerteza la teoría económica se refugió en la teoría de las probabilidades:

- Si yo no sé si algo es cierto o falso
seguramente sé la probabilidad de que sea cierto o falso.

Suena ridículo y lo es. La evidencia a favor es la voluntad de apostar por algo que desconocemos (el mercado financiero es el más grande Casino del mundo) y el hecho que calibramos las apuestas.

Knight propuso distinguir "riesgo" de "incerteza o ambigüedad" y hubo varios intentos de formalizar la distinción

En el esfuerzo de formalizar y calcular la incerteza la teoría económica se refugió en la teoría de las probabilidades:

- Si yo no sé si algo es cierto o falso
seguramente sé la probabilidad de que sea cierto o falso.

Suena ridículo y lo es. La evidencia a favor es la voluntad de apostar por algo que desconocemos (el mercado financiero es el más grande Casino del mundo) y el hecho que calibramos las apuestas.

Knight propuso distinguir "riesgo" de "incerteza o ambigüedad" y hubo varios intentos de formalizar la distinción

De esos estudios se dedujo:

- Principio de precaucion
- Inercia decisional

Como se reflejan en los datos del mercado?

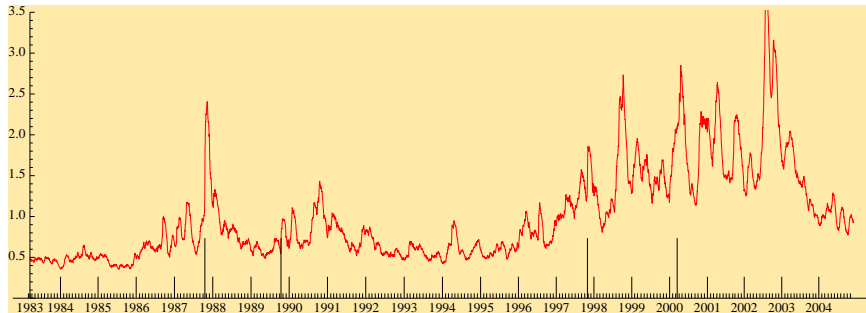
Es la pregunta que motiva este trabajo. Encontrar en las variables colectivas del mercado signos de nuestra manera de manejar la incerteza.

Partimos del principio:

Eficiencia del mercado: no se puede predecir *la direccion* de los precios. Fundamentalmente valida

En cambio sí se puede medir y predecir la *Volatilidad*

Perfil Histórico de la Volatilidad 1983-2004



Notar la persistencia. Hay momentos de alta y momentos de baja volatilidad.

Qué estudiamos? Se trata de una serie temporal de precios, no estacionaria. Hay que elegir una ventana Δt que defina una muestra estadística cuya función de Distribución de Probabilidad varía en el tiempo.

La variable casual: **rendimientos**:

$$r_t = \log(p_{t+\delta t}) - \log(p_t)$$

- Estudíamos el índice S&P500
- Elegimos $\delta t= 5$ minutos y $\Delta t= 1$ día.
- Nuestra serie cubre 1983-2004
- Hay aproximadamente 74 a 80 rendimientos por día y 5472 días.

Parámetros de la distribución diaria

Dados:

$$\begin{aligned} r_{i,m} &= \text{rendimiento del periodo } m, \text{ día } i \\ np_i &= \text{numero de periodos de 5 min en el día } i \end{aligned} \tag{1}$$

Los parámetros que se estudian son:

$$\begin{aligned} V_i &= \text{Volatilidad día } i = \frac{1}{np_i} \sum_{m=1, np_i} |r_{i,m}| \\ R_i &= \text{Rendimiento día } i = \sum_{m=1, np_i} r_{i,m} \end{aligned} \tag{2}$$

Y si existe otro tipo de incerteza? Donde se ve?

La no-Gaussianidad de la distribución diaria

Otro hint: se sabe (desde Mandelbrojt años '60) que la distribución de los rendimientos no es Gaussiana. Dunque faltan parámetros, al menos uno que mida esa no-Gaussianidad.

Definición: p-Kurtosis (proxy de la Kurtosis real)

$$K_i = \frac{\overline{(r_{i,j}^2)}}{V_i^2} - \frac{\pi}{2}$$

Esta K es cero si la distribución es Gaussiana. Positiva si es picuda en el origen y tiene colas gruesas. Negativa alrevéz. Es importante por las colas.

Fue muy estudiada y sin embargo no hay gráficos sobre su posible evolución.

Obstáculos en la Economía

Sorprende ver la cantidad de trabajos que estudian esta no-Gaussianidad sin intentar medirla y sobretodo sin observar su evolución.

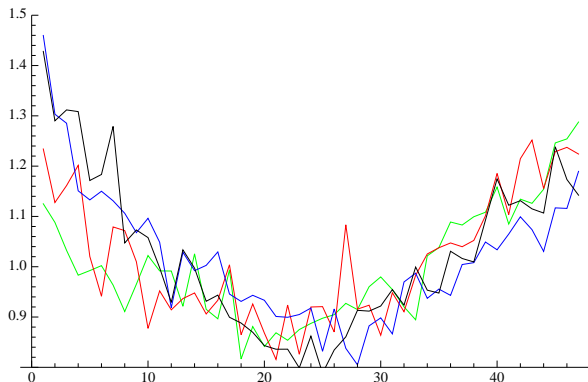
Las razones:

- 1 la Economía es una ciencia fundamentalmente aplicada,
- 2 la kurtosis interesa porque afecta el precio de las opciones,
- 3 por eso interesa la Dinámica. Establecer, es decir identificar y calibrar un modelo dinámico que permita predecir algo,
- 4 no interesa entender,
- 5 la historia interesa muy marginalmente.

Primeros obstáculos nuestros

Supongo que otra razón para no estudiar la evolución de la p-Kurtosis es el enorme error que tiene cualquier medición de ella. Y otras dificultades

- "Seasonality" El día no es homogéneo. Durante las horas de apertura y cierre los precios varían mucho mas que por ejemplo en el mediodía.



Masajeando los datos

Tenemos que cancelar las dos horas perdiendo 24 datos cada día.

50 datos en una muestra estadística son pocos sobre todo si queremos determinar tres parámetros. Una muestra pequeña sesga los datos. Por ejemplo en una muestra de un elemento la p-kurtosis vale -0.57y la contribución de un dato cualquiera esta acotada por np .

Una duda nos carcome: porqué persistir en elegir $\Delta t = 1$ día. Pero seguimos adelante: Calculamos ahora la autocorrelación temporal de Volatilidad y pKurtosis

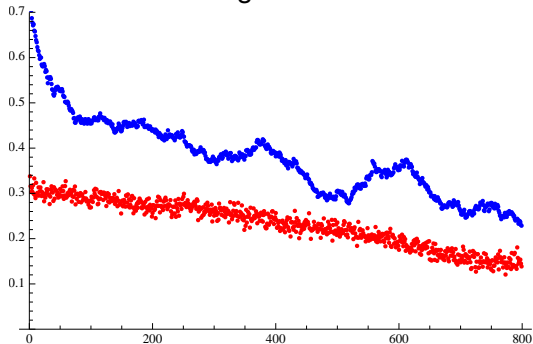
$$C_t^{(K)} = \frac{\overline{(K_i K_{i+t})_{i=1,ntd-t}}}{\overline{(K_i K_i)_{i=1,ntd}}}$$

$$C_t^{(V)} = \frac{\overline{(V_i V_{i+t})_{i=1,ntd-t}}}{\overline{(V_i V_i)_{i=1,ntd}}}$$

Autocorrelación temporal

Primera sorpresa

Otra vez, la serie no es estacionaria. Puede salir cualquier cosa. Sine embargo:SORPRESA

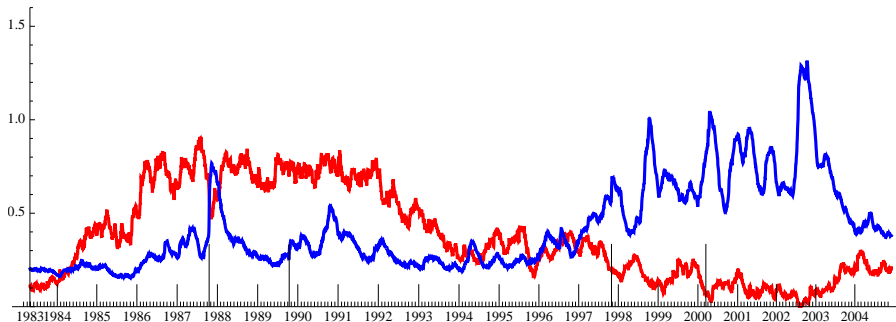


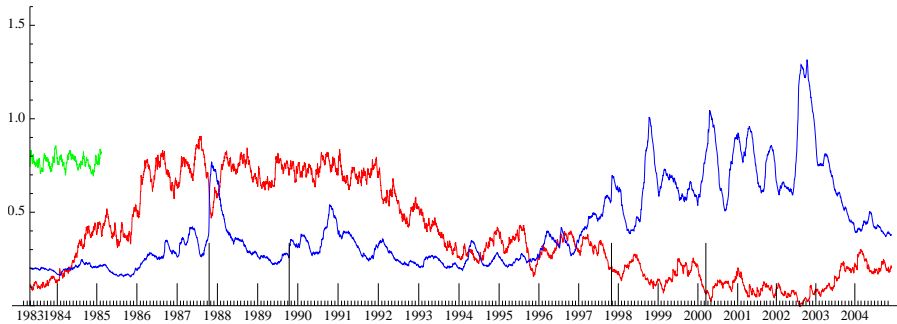
Por fin un resultado interesante. La autocorrelación demuestra que hay muchas escalas temporales en juego. Podemos promediar para filtrar lo que no queremos y así ver la evolución temporal a escalas mas grandes.

Finalmente perfil histórico de la p-Kurtosis 1983-2004

Elegimos hacer un promedio sobre 60 días con un Kernel Exponencial

$$f_{ma}(t) = \frac{\sum_{i=t-60}^t e^{\frac{i-t}{60}} f(i)}{\sum_{i=t-60}^t e^{\frac{i-t}{60}}} \quad (3)$$





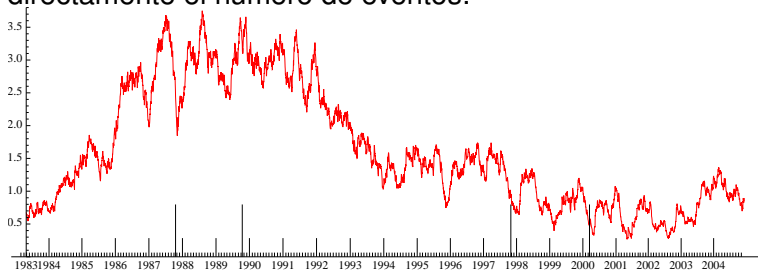
Las colas gruesas y discusiones

Salto aquí el análisis del error (Montecarlo simulations). Otro proxy, mucho más ruidoso, pero sensible a las colas y limpio porque no mezcla otros efectos.

- Calculo la volatilidad en un día y la mediana y busco los rendimientos que caen en los intervalos

$$(-\infty, -4V_i) \quad \text{y también} \quad (4V_i, \infty) \quad (4)$$

Si la distribución fuera Gaussiana la probabilidad en ese intervalo sería 0.0016: un evento cada 7 días. Grafico directamente el numero de eventos:



Las cosas, con el tiempo, cambian

Observaciones:

- 1 La no-Gaussianidad y las colas cambian enormemente. Esta es una absoluta novedad.
- 2 Poca correlación entre volatilidad y kurtosis: a mediados 86 la volatilidad es baja y la kurtosis alta (2.5 eventos/día). En el año 2001 la volatilidad es alta y la kurtosis baja.
- 3 Observemos las distintas caídas de la bolsa en ese periodo:
 - Octubre 19 1987, Down Jones cae 22% un porcentaje enorme. Sin explicación. Shiller (Nov-87) envía una encuesta a los actores del momento. Conclusión: ninguna noticia determinante. Un estado de ansiedad notable. Una predisposición a seguir al vecino.
 - Ruptura de la burbuja dot-com. Absolutamente anunciada. El mismo Shiller "Exuberancia irracional". Tuve ocasión de hablar con uno de los actores de ese período. Todos sabían que tenía que explotar pero apostaban a cuando.

Kurtosis como señal de la incerteza de Knight

La Kurtosis claramente anticipa el crash del 1987. Parece ser una evidencia clara de incerteza y no riesgo: el modelo puede ser incorrecto pero no se sabe qué lo reemplazaría. No tiene sentido imaginar probabilidades o apuestas porque no se sabe a que apostar. Evidencia de **Inercia decisional**: A pesar de la caída y la ansiedad pocos vendieron o compraron ese día. Finalmente se reveló que no había razones. En cambio la kurtosis totalmente ignora la burbuja dot-com y su ruptura y solo empieza a crecer cuando el mercado empieza a recuperar (2003-2004).

Confesión: No creo en Knight; Especulaciones

O por lo menos no creo en las formalizaciones que giran en la literatura

- Hipótesis