

# Un paseo aleatorio o la evolución temporal del precio de la acción



Jaime Pozuelo Monfort

Ingeniero de Telecomunicación pozuelo@haas.berkeley.edu

Cada día en los mercados financieros internacionales se cruzan oferta y demanda de acciones que se reconcilian en un precio medio de la acción o precio de cotización. Un precio que supone el equilibrio a menudo inestable entre las fuerzas compradora y vendedora, entre aquellos inversores que desean desprenderse de títulos adquiridos con anterioridad, quizás por visiones pesimistas acerca de su evolución, y aquéllos que desean comprar, posiblemente augurando con mayor o menor acierto una subida en el corto o medio plazo.

Existen herramientas de análisis bursátil utilizadas por multitud de casas de inversión que intentan anticipar el precio de la acción, entre las que cabe destacar el *análisis técnico* y el *análisis fundamental*.

El lector se preguntará :

- ¿qué determina finalmente el precio de la acción?
- ¿existe una forma de modelar la evolución temporal del precio de la acción?
- ¿cuál es la mejor predicción del precio futuro?

El objetivo del presente artículo es dar respuesta a estas preguntas fundamentales.

## ¿QUÉ DETERMINA EL PRECIO DE LA ACCIÓN?

De todos es sabido que el mercado bursátil es un juego de suma cero, donde toda ganancia se ve contrarrestada por la pérdida de la contrapartida. No hay recetas mágicas que permitan averiguar la cotización futura de la acción con total seguridad. Existen sin embargo técnicas que permiten minimizar el riesgo, como se pudo ver en el artículo anterior.

El precio de la acción se concilia entre la oferta y la demanda, en un proceso descrito más adelante. Existen técnicas de análisis que permiten extrapolar el precio futuro de la acción, lo que no deja de ser una predicción subjetiva aunque fundada. Entre estas herramientas cabe destacar los análisis técnico y fundamental:

- *análisis técnico*: utiliza la evolución histórica del precio de la acción y el volumen de negociación para extrapolar el precio futuro estudiando las posibles tendencias de la serie temporal de datos.
- *análisis fundamental*: a partir de los estados contables de la em-

presa en cuestión, a saber el balance y la cuenta de resultados, obtiene una valoración de la empresa como el valor presente de flujos de caja futuros, lo que permite determinar el precio teórico de la acción como el valor de la empresa dividido entre el número de acciones en circulación.

Habiendo partidarios y detractores de ambas técnicas, cabe decir que ninguna proporciona de forma determinante una predicción sobre el precio de la acción. Es más no hay constancia de que una utilización de las mismas de forma continuada proporcione mejores resultados en términos rentabilidad que el índice de referencia. Esto quiere decir que una gestión pasiva que se limite a replicar el índice de referencia obtendrá en media los mismos resultados que una gestión activa que utilice las técnicas de predicción anteriores.

## ¿EXISTE UN MODO DE MODELAR LA EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL PRECIO DE LA ACCIÓN?

Existe un modelo que anticipa el precio medio de una acción deno-



William Sharpe

minado *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) debido a William Sharpe (1963), actualmente profesor en la Universidad de Stanford. El modelo indica que la rentabilidad media esperada de una acción varía de forma lineal con la prima de riesgo, entendiéndose ésta como la diferencia entre la rentabilidad media del mercado bursátil menos la rentabilidad del activo libre de riesgo.

- El activo libre de riesgo suele representarse por bonos u obligaciones emitidas por una entidad de máxima calificación crediticia (habitualmente bancos centrales de países desarrollados), es decir, cuya probabilidad de quiebra sea prácticamente nula.
- La rentabilidad media del mercado se computa habitualmente de manera histórica utilizando para ello rentabilidades anuales de un índice de referencia, como puede ser el IBEX35.

CAPM adelanta que la rentabilidad futura de la acción depende linealmente de la prima de riesgo tal que:

$$r_A = r_F + \beta_A (r_M - r_F)$$

Donde  $r_A$  representa la rentabilidad media de la acción,  $r_F$  la ren-

tabilidad del activo libre de riesgo y  $r_M$  la rentabilidad media del mercado.  $\beta_A$  es una medida del riesgo de la acción respecto del riesgo del mercado, siendo superior a la unidad en acciones cuyo riesgo es superior al del mercado, y menor a la unidad para acciones de riesgo inferior al mercado. Por defecto  $\beta_{\text{MERCADO}} = 1$ . Empresas con flujos de caja constantes, como puedan ser las empresas eléctricas, tenderán a tener  $\beta$  inferiores a la unidad y por tanto rentabilidades, en media, inferiores a la de mercado. Alternativamente empresas con flujos de caja variables tenderán a caracterizarse por  $\beta$  superiores a la unidad, y por tanto rentabilidades, en media, superiores a la de mercado.

CAPM permite obtener una rentabilidad media para una acción en concreto, que marcará la tendencia a seguir en el corto plazo. Se trata por tanto de una tendencia lineal sin vaivenes. Cabe por tanto esperar que la rentabilidad de la acción, y por tanto su precio, evolucione en el tiempo de forma lineal según la rentabilidad  $r_A$ .

Sin embargo y pese a que CAPM adelanta la rentabilidad media de la acción, se sabe empíricamente que el precio de la acción no evoluciona de forma lineal. Un análisis detenido sobre las rentabilidades de un valor bursátil indicará que aquéllas quedan distribuidas en torno a una rentabilidad media según una distribución normal.

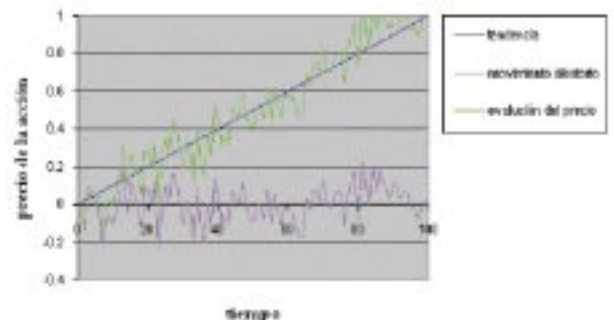
¿Cómo puede modelarse el movimiento de la acción en torno a la media? De forma empírica se puede demostrar que este movimiento sigue un patrón aleatorio de media cero. Este tipo de movimiento se de-

nomina *movimiento browniano*. Básicamente se trata de entender la evolución en el precio de la acción en el corto plazo como la suma de una tendencia y un movimiento aleatorio. Intentemos modelar analíticamente este movimiento. Pensemos en el precio de la acción en un instante futuro  $t = t_0 + dt$ :

$$P(t_0 + \Delta t) = P(t_0) + \text{tendencia} + \text{movimiento aleatorio}$$

Es decir, el precio futuro de la acción es el resultante de superponer el precio actual, más una tendencia y un movimiento aleatorio de media cero. Por tanto el movimiento aleatorio podrá adoptar tanto valores positivos como negativos.

De este modo el incremento en el precio de la acción  $\Delta P = P(t_0 + \Delta t) - P(t_0)$  viene dado por la suma de los dos componentes anteriores, como queda reflejado en la siguiente figura:

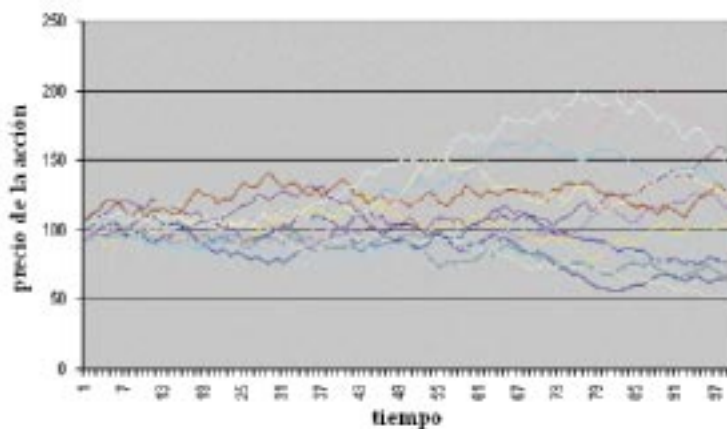


El objetivo finalmente es llevar esta descripción al límite disminuyendo paulatinamente el intervalo temporal sobre el que estamos intentando determinar el futuro precio. Básicamente se intenta averiguar el precio de la acción en un instante futuro  $t = t_0 + dt$  de modo que el incremento en el precio venga modelado por la relación vista con anterioridad.

$dt$  representa un movimiento infinitesimal en el eje temporal mientras que  $dP$  representa un movimiento infinitesimal en el precio de la acción. De este modo se obtiene la siguiente relación :

$$P(t_0 + dt) - P(t_0) = dP = \text{tendencia} + \text{movimiento aleatorio}$$

Esta es la ecuación que modela la evolución temporal del precio de la acción. Si pretendemos trazar la evolución temporal del precio de la acción durante un intervalo temporal arbitrariamente largo y simulamos los incrementos por unidad de tiempo según la relación formulada con anterioridad obtendremos un resultado reflejado en la siguiente figura para un número  $n$  de simulaciones:



Cada una de las trayectorias arriba representadas refleja uno de los posibles caminos que el precio de la acción podrá seguir de acuerdo al modelo de *paseo aleatorio*.

La primera evidencia de que el precio de la acción se mueve de acuerdo a un patrón aleatorio se debe a Holbrook Working. Working escribe en su artículo "The Investi-

gation of Economic Expectations" publicado en 1949 en *American Economic Review*<sup>1</sup> :

*"Puede que el movimiento sea genuinamente aleatorio y lo que parece una evolución fundada en un intervalo largo de tiempo no sea más que una clase de movimiento económico browniano. Mas los economistas – y no puedo evitar simpatizar con ellos – se resistirán sin duda a aceptar tal conclusión".*

La temprana interpretación que Working asocia al fenómeno es exactamente lo que un economista esperaría de los mercados financieros : que los inversores ávidos de obtener un beneficio eliminen cualquier predicción sobre los precios, dejando tan sólo un paseo aleatorio.

Este fenómeno es comentado por Maurice Kendall en su artículo "The

Analysis of Economic Time-Series, Part I. Prices" publicado en 1953 en el *Journal of the Royal Statistical Society*<sup>2</sup>. Kendall escribe:

*"La serie temporal parece caminar sin destino, casi como si una vez a la semana el Demonio de la Suerte extrajera un número aleatorio de una distribución simétrica de dispersión fija y la añadiese al precio*

*actual para determinar el precio de la próxima semana".*

Un fenómeno, el de paseo aleatorio, que hoy en día rige la modelización del precio de numerosos activos financieros. Un resultado difícil de creer pero empíricamente demostrable. Sin lugar a dudas la liquidez del mercado entendida como la numerosa afluencia de compradores y vendedores, contribuye a que este movimiento sea aleatorio y de media cero.

## ¿CUÁL ES LA MEJOR PREDICCIÓN DEL PRECIO FUTURO?

No existe constancia empírica de un fondo de inversión que haya obtenido consistentemente rendimientos superiores al de un índice bursátil. Invierta en fondos de inversión, pero tenga la seguridad de que en promedio, la rentabilidad vendrá fijada por la del índice de referencia. Déjese aconsejar sobre valores que experimentarán una subida a corto y medio plazo, pero sepa que la mejor predicción del precio futuro de la acción a corto plazo es el precio actual. Dé credibilidad a su analista de inversiones, pero sepa que cualquier opinión por muy fundada que esté será subjetiva en base a lo descrito con anterioridad.

¿Cuál será el precio de la acción mañana? Quizás pueda averiguarlo de forma aleatoria. El movimiento browniano le garantiza que en media acertará.

<sup>1</sup> "The Illustrious and Surprising History of the Theory of Investments", Mark Edward Rubinstein, 2004.

<sup>2</sup> "The Illustrious and Surprising History of the Theory of Investments", Mark Edward Rubinstein, 2004.