



SOCIEDAD ARGENTINA DOCENTES EN ADMINISTRACION FINANCIERA

**RUIDO
LA FORMULA DE LA OPCION**

Fischer Black

CUADERNOS DE FINANZAS 34

DOCUMENTOS DE TRABAJO DE SADAF

Noise

Journal of Finance, vol.41, July 1986

How we came up with the option formula

Journal of Portfolio Management, Winter 1989

Traducción: Ricardo A. Fornero

Marzo 1996

El formato del texto es diferente a la publicación original

PRESENTACION

El nombre de Fischer Black ha quedado asociado en la teoría financiera con uno de los modelos más difundidos, tanto por sus derivaciones teóricas como por su aplicación en las transacciones: el modelo de valoración de opciones de Black/Scholes.

Quizá no tan conocido, pero igualmente fundamental, es su análisis del modelo de valoración de títulos (CAPM). Por una parte, contribuyó a proporcionar un estándar metodológico para las pruebas empíricas y las extensiones del CAPM (en un estudio publicado en 1972, en colaboración con Michael Jensen y Myron Scholes) Por otra parte, amplió la base explicativa de la valoración de títulos en equilibrio, al considerar que las restricciones en la toma de préstamos son la posible causa de que las acciones con bajos beta tengan mejor desempeño que las que tienen betas más altos (en el ensayo "Capital market equilibrium with restricted borrowing" de 1972).

También incorporó la expresión *puzzle* (enigma, rompecabezas) para calificar determinados problemas financieros. Después de su "The dividend puzzle", Stewart Myers se ocupó de "The capital structure puzzle", otros se han referido a "The equity risk premium puzzle", "The new issues puzzle", y así sucesivamente. Por desgracia, hay una gran cantidad de aspectos de las finanzas a los cuales se puede aplicar apropiadamente esa expresión.

Noise (ruido) es el texto de la conferencia que pronunció al concluir su período como Presidente de The American Finance Association, en 1985. Allí pone de manifiesto sus reflexiones acerca de las dificultades que existen para observar los hechos y las decisiones en los términos que son deseables para la teoría.

Cómo llegamos a la fórmula de la opción es un breve artículo de 1989 en el cual explica los entretelones del desarrollo de la ahora famosa fórmula, así como las tareas que, en simultáneo, desarrollaban varios investigadores acerca de ese problema. Puede parecer que fue, si se quiere, relativamente accidental cuál de ellos quedaría identificado con "la" solución del problema.

Hay un cierto parecido con el desarrollo del, actualmente cada vez más cuestionado, modelo de valoración de títulos (CAPM). William Sharpe, John Lintner y Jan Mossin también realizaron de modo relativamente independiente y simultáneo sus estudios acerca de la valoración de títulos en equilibrio. A ellos se agrega el complemento de Black ya mencionado (1972). Por esto, el CAPM a veces también se denomina modelo SLB (por Sharpe, Lintner, Black). No obstante, ha sido el nombre de Sharpe el que ha quedado de manera más notoria asociado al modelo. Tal vez esto se originó en el hecho de que él rápidamente procuró utilizarlo para apoyar sus tareas de consultoría financiera. Algo de eso también ocurrió con la fórmula de Black/Scholes.

El paralelo también puede extenderse a los problemas que enfrentaron los autores para la publicación. El ensayo de William Sharpe fue inicialmente rechazado por el *Journal of Finance* en 1962: el editor de la revista informó a Sharpe que el revisor (*referee*) del artículo consideraba "disparatado" el supuesto de expectativas homogéneas de todos los inversores. Sharpe volvió a presentar el ensayo en 1964, cuando cambió el editor del *Journal*; en esa ocasión fue publicado rápidamente.

En la historia de la fórmula que cuenta Black el rechazo inicial no resulta de la opinión de un revisor, ya que ni siquiera llegó a esa instancia.

Fischer Black murió en agosto de 1995, a los 57 años.

Cuando era joven le gustaba cantar; dijo que decidió estudiar en Harvard porque allí había un club de solistas. Quizá le atrajeron la economía y las finanzas, en las que destacó como teórico y como profesional, porque en ellas encontró reminiscencias de esas viejas piezas barrocas que él apreciaba.

Ricardo A. Fornero

RUIDO

Fischer Black

Goldman, Sachs & Co.

En este ensayo utilizo la palabra "ruido" en varios sentidos.

En mi modelo básico de mercados financieros, ruido contrasta con información. La gente a veces transa sobre información (trade on information) en el sentido usual. Están en lo correcto si esperan obtener beneficios con estas transacciones. Por otro lado, a veces transa sobre ruido como si fuera información. Y no están en lo correcto si esperan obtener beneficios con estas transacciones de ruido (noise trading). Sin embargo, las transacciones de ruido son esenciales para la existencia de mercados líquidos.

En el modelo con el que observo el mundo, el ruido es lo que hace imperfectas nuestras observaciones. Nos impide conocer el rendimiento esperado de una acción o una cartera. Nos impide saber si la política monetaria afecta la inflación o el empleo. Nos impide saber cómo podemos hacer mejor las cosas, y si esto es posible.

En mi modelo de inflación, el ruido es el elemento arbitrario en las expectativas que lleva a una tasa de inflación arbitraria consistente con las expectativas. En mi modelo del ciclo de los negocios y el desempleo, el ruido es información que todavía no ha legado. Simplemente es incertidumbre acerca de las condiciones futuras de la demanda y la oferta, dentro de cada sector y entre sectores. Cuando llega la información, el número de sectores donde hay un calce correcto entre preferencias y tecnología es un índice de la actividad económica. En mi modelo de economía internacional los precios relativos cambiantes producen ruido, el cual hace difícil ver que las condiciones de demanda y oferta son en gran medida independientes de los niveles de precio y los tipos de cambio. Sin estos cambios en precios relativos podríamos ver que la mayor parte del tiempo es válida una versión de la paridad del poder adquisitivo.

Pienso estos modelos como modelos de equilibrio. No modelos de equilibrio racional, por el papel del ruido y por las cosas no convencionales de las hago depender la utilidad de los individuos, pero modelos de equilibrio pese a todo. Originalmente se derivaron como parte de un esfuerzo más amplio de aplicar la lógica subyacente en el modelo de valoración de títulos a otros mercados, además de los mercados de acciones, y a comportamientos que no se ajustan a las nociones convencionales de optimización.

Los modelos están en campos muy diferentes: finanzas, econometría y macroeconomía. ¿Tienen en común algo, aparte del uso de la palabra "ruido" para describirlos? Pienso que el elemento común es el énfasis en un orden diversificado de elementos causales no relacionados, para explicar qué pasa en el mundo.

No es un factor único el que aleja los precios de las acciones de sus valores teóricos; tampoco es un número pequeño de factores. No hay una variable singular, cuyo olvido hace que los estudios econométricos se extravíen en diversos caminos. Y no hay una explicación simple, de un factor o de múltiples factores, para las fluctuaciones de los negocios domésticos o internacionales.

Si bien hago un uso extenso del trabajo de otros, reconozco que la mayoría de los investigadores en estos campos considerarán que algunas de mis conclusiones son erróneas, no com-

probables, o que no están apoyadas por la evidencia existente. No puedo imaginar que alguna de las pruebas empíricas convencionales permita distinguir entre mi punto de vista y el de los otros. Al fin, mi respuesta al escepticismo es una predicción: algún día estas conclusiones serán ampliamente aceptadas. La influencia de quienes transan sobre ruido comenzará a aparecer. Se verá que las políticas monetarias y fiscales convencionales no son efectivas. Las variaciones en los tipos de cambio no provocarán más comentarios que las variaciones en el precio de un pasaje aéreo.

Y, algo quizá más importante: se verá a la investigación como un proceso que sólo muy raras veces lleva a conclusiones confiables y relevantes, porque el ruido se insinúa en cada etapa. Si no se aceptan mis conclusiones, la culpa es del ruido.

1. FINANZAS

El ruido hace posible los mercados financieros; también los hace imperfectos.¹

Si no hay transacciones de ruido, las transacciones con títulos individuales serán muy pocas.² La gente mantendrá títulos individuales, directa o indirectamente, pero rara vez los transará. La gente que transa para cambiar su exposición a los riesgos más amplios del mercado lo hará en fondos mutuos, o carteras, o futuros de índices, o bien opciones sobre índices. Tendrán pocas razones para transar en acciones de una empresa individual.³ Quienes quieren dinero para gastar, o quieren invertir dinero que han recibido, aumentarán o disminuirán sus posiciones en títulos de corto plazo, o en el mercado de dinero, o en fondos mutuos del mercado de dinero, o en préstamos garantizados por activos reales o por otros títulos.

Una persona con información o discernimiento especial sobre empresas individuales querrá transar, pero lo hará sólo si otra persona, también con información o discernimiento, es la otra parte de la transacción. Teniendo en cuenta la información de la otra parte, ¿la transacción sigue siendo provechosa? Desde el punto de vista de alguien que sabe lo que ambos operadores saben, una de las partes comete un error.⁴ Si aquel que se está equivocando no realiza la operación, no hay transacciones de información.

En otras palabras, no creo que tenga sentido formular un modelo con transacciones de información pero sin transacciones de ruido, donde los operadores tienen diferentes creencias, y las de uno son mejores que las de cualquier otro. Las diferencias en creencias deben derivar de diferencias en información.⁵ Un operador con un fragmento especial de información sabrá

¹ El concepto de transacciones de ruido y su papel en los mercados financieros que desarrollo en este ensayo surgió a través de conversaciones con James Stone.

² Jaffe & Winkler (1976) tienen un modelo donde los operadores que hacen estables los mercados especulativos son aquellos que transan para ajustar su nivel de riesgo, o aquellos que perciben mal su capacidad de pronóstico, o aquellos que transan por razones distintas a la maximización del rendimiento esperado para un nivel de riesgo. Figlewski (1978) establece un modelo donde hay dos tipos de operadores, que difieren en su habilidad de pronóstico. Puesto que ninguno de los dos tipos de operadores tiene en cuenta explícitamente la información que posee el otro tipo de operador, cada uno, en algún grado, está transando ruido.

³ Rubinstein (1975), Milgrom & Stokey (1982), y Hakansson, Kunkel & Ohlson (1982) muestran un mundo de preferencias de estado que diferencia aquella información que puede afectar los precios sin llevar a que la gente realice transacciones. Grossman & Stiglitz (1980) indican que puede no existir equilibrio cuando los inversores racionales transan la cartera de mercado. Grossman (1978) muestra lo mismo en un mundo con transacciones sobre títulos individuales. Diamond & Verrecchia (1981) redefinen el equilibrio con expectativas racionales en presencia de ruido, y muestran las condiciones en las que existe ese equilibrio. En el modelo de Tirole (1982) la "especulación" lleva a planes inconsistentes, y queda excluida por las expectativas racionales. Kyle (1984, 1985a, 1985b) y Grinblatt & Ross (1985) examinan modelos de equilibrio un poco diferentes, donde los operadores tienen poder de mercado. Específicamente, Kyle estudia los efectos de cambios en el número de los que transan sobre ruido en ambas formas de equilibrio.

⁴ Esto supone que los operadores comienzan con carteras bien diversificadas. En Admati (1985) los operadores comienzan con carteras subóptimas de títulos.

⁵ Varian (1985) distingue entre "opiniones" e "información". Indica que sólo las diferencias en opiniones generan transacciones. En el tipo de modelo con el que trabajo pienso que no existirán diferencias de opinión.

que otros operadores tienen sus propios fragmentos de información especial, y no se precipitará automáticamente a transar.

Pero si hay pocas transacciones de títulos individuales (o directamente ninguna) puede ser que tampoco hayan transacciones en fondos mutuos o carteras, o en futuros de índices, o en opciones de índices, porque no habrá un modo práctico de valorar estos activos. La estructura entera de los mercados financieros depende de mercados relativamente líquidos para los títulos de empresas individuales.

Las transacciones de ruido proporcionan el ingrediente esencial que falta. La transacción de ruido es una transacción sobre ruido como si fuera información. La gente que transa sobre ruido está dispuesta a transar aunque desde un punto de vista objetivo estaría mejor si no lo hace. Quizá piensan que el ruido sobre el que transan es información. O quizá transan sólo porque tienen ganas de hacerlo.⁶

Con gran cantidad de operadores sobre ruido en el mercado hay alguien que paga a aquellos que tienen información para transar. Aún para pagar a la gente para que busque información con costo, con la cual transarán. La mayor parte del tiempo, los operadores sobre ruido, como grupo, perderán dinero con sus transacciones, mientras que los operadores sobre información, también como grupo, ganarán.

Mientras más transacciones de ruido haya, más líquido será el mercado, en el sentido de que las transacciones frecuentes nos permiten observar precios. Pero las transacciones de ruido realmente introducen ruido en los precios. El precio de una acción refleja la información sobre la que transan algunos operadores y el ruido sobre el que transan otros.

Al aumentar la cantidad de transacciones de ruido comenzará a ser más rentable para la gente transar sobre información, pero sólo porque los precios incluyen más ruido. El aumento de la cantidad de transacciones de información no significa que los precios son más eficientes. No sólo llegarán más operadores de información, sino que los operadores de información existentes tomarán posiciones más grandes y gastarán más en información. Los precios serán todavía menos eficientes.⁷ Aquello que es necesario para que un mercado sea líquido lleva a que los precios sean menos eficientes.

Los operadores sobre información no tomarán posiciones suficientemente grandes como para eliminar el ruido. Por un lado, su información les da un margen de maniobra, pero no les garantiza una ganancia. Tomar una posición más grande significa tomar más riesgo. Aquí hay un límite para el tamaño de la posición que tomará un operador.

Por otra parte, los operadores sobre información nunca pueden estar seguros de que están transando con información en vez de ruido. ¿Qué pasa si la información que tienen ya está reflejada en los precios? Las transacciones sobre este tipo de información serán como transacciones sobre ruido.⁸ Debido a que el rendimiento real de una cartera es una estimación muy ruidosa de su rendimiento esperado, aún después de ajustarlo por los rendimientos del mercado y otros factores, será difícil mostrar que los operadores de información tienen ese margen de maniobra. Por la misma razón, será difícil mostrar que los operadores de ruido pierden por sus transacciones. Siempre habrá mucha ambigüedad acerca de quién es un operador sobre información y quién es un operador sobre ruido.

El ruido que los operadores de ruido introducen en los precios de las acciones será acumulativo, en el mismo sentido que un borracho se desvía más y más de su punto de partida.

⁶ En Laffont (1985) los operadores reúnen información costosa porque ésta tiene utilidad directa por razones distintas a las transacciones en sí. Una vez que tienen la información, transan con ella. Si la gente comienza con carteras eficientes, sin embargo, aún la obtención de información sin costo puede que no los lleve a transar. Es posible que necesitemos introducir la utilidad directa de las transacciones para explicar la existencia de mercados especulativos.

⁷ Este resultado es específico de un modelo en el cual los operadores de ruido transan sobre ruido como si fuera información. En el modelo de Kyle (1984, 1985a, 1985b), con más operadores de ruido los mercados pueden hacerse más eficientes.

⁸ Arrow (1982) dice que todos los mercados de títulos y futuros se caracterizan por una reacción excesiva a la información corriente. Si esto es cierto, podría originarse en transacciones sobre información que ya han sido descontadas.

La investigación y las actividades de los operadores sobre información serán equivalentes a esto. Mientras más lejos de su valor se vaya el precio de una acción, más agresivos se pondrán los operadores sobre información. Aparecerán más operadores, y tomarán posiciones más grandes. Pueden aún iniciar fusiones, compras con endeudamiento y otras reestructuraciones.

Así, el precio de una acción tenderá a volver a su valor con el tiempo.⁹ El movimiento podrá ser tan gradual que resulte imperceptible. Si es rápido, los operadores que se basan en el análisis técnico (technical traders) lo percibirán y acelerarán. Si es lo suficientemente suave, esos operadores no serán capaces de percibirlo, o no estarán seguros de qué están viendo, y no tomarán posiciones largas.¹⁰

De este modo, mientras más rápido se aleje de su valor el precio de una acción, más rápido tenderá a volver. Esto limita el grado en que probablemente se moverá respecto a su valor. Todas las estimaciones de valor tienen ruido; nunca podemos saber cuán lejos está el precio de una acción de su valor.

Sin embargo, podemos definir un mercado eficiente como aquel en el cual el precio está dentro de un factor 2 respecto al valor; es decir, el precio es más de la mitad del valor y menos del doble.¹¹ Es claro que el factor 2 es arbitrario. Intuitivamente me parece razonable, a la luz de las fuentes de incertidumbre sobre el valor y la amplitud de las fuerzas que hacen que el precio vuelva al valor. Con esta definición, creo que casi todos los mercados son eficientes, casi todo el tiempo. "Casi todo" significa al menos 90%

Debido a que el valor no es observable es posible que algunos acontecimientos que no tienen contenido informativo afecten los precios. Por ejemplo, al agregar una acción al índice Standard & Poors 500 algunos inversores la comprarán. Esta compra hará subir el precio por un tiempo. Los operadores sobre información lo harán volver, pero sólo gradualmente.¹²

De modo similar, cuando una empresa tiene dos clases de acciones y hace una emisión adicional de una de las clases, el precio de ésta bajará respecto al de la otra clase.¹³

Tanto el precio como el valor podrán verse aproximadamente como procesos de recorrido aleatorio geométrico con media distinta de cero. El porcentaje medio de cambio en el precio y el valor se modificará a través del tiempo. La media en el proceso del valor cambiará porque cambian las preferencias y la tecnología y la riqueza. Puede muy bien disminuir cuando el valor aumenta, y aumentar cuando el valor disminuye. La media en el proceso del precio cambiará porque cambia la relación entre precio y valor (y porque cambia la media del proceso del valor). El precio tenderá a moverse hacia el valor.

La volatilidad de corto plazo del precio será mayor que la volatilidad del valor. Puesto que el ruido, en este contexto, es independiente de la información, cuando la variancia de los cambios porcentuales de precio provocados por ruido es igual a la variancia de los cambios causados por información, la variancia de los cambios de precio día a día será aproximadamente el doble de la variancia de los cambios diarios de valor. En intervalos más largos, sin embargo, las variancias convergerán. Como el precio tiende a volver al valor, la variancia del precio en varios años será mucho menos que el doble de la variancia del valor en ese período.

Las volatilidades cambiarán a través del tiempo. La volatilidad del valor de una empresa está afectada por cosas tales como el coeficiente de llegada de información sobre la empresa y el endeudamiento de la empresa. Todos los factores que afectan la volatilidad del valor de la empresa cambiarán. La volatilidad del precio cambiará por estas razones, y también por otras.

⁹ Merton (1971) describe un modelo en el cual los precios de largo plazo son eficientes, pero no necesariamente lo son los precios de corto plazo.

¹⁰ Summers (1986) insiste en la dificultad de decir si los mercados son o no eficientes. Esta dificultad afecta tanto a los participantes del mercado como a los investigadores.

¹¹ Creo que esto me pone entre Merton (1985) y Shiller (1981, 1984). Las desviaciones de la eficiencia parecen ser más significativas en mi mundo que en el de Merton, pero mucho menos que en el de Shiller.

¹² Este efecto fue descubierto independientemente por Shleifer (1986) y Gurel & Harris (1985)

¹³ Loderer & Simmermann (1985) descubren este efecto relacionado con las emisiones en Suiza, donde es común que existan múltiples clases de acciones.

Cualquier cosa que cambie la magnitud o el carácter de las transacciones de ruido, cambiará la volatilidad del precio.

Los operadores de ruido deben transar para que se advierta su influencia. Como los operadores de información transan más con operadores de ruido que con otros operadores de información, una reducción de las transacciones de ruido también reduce las transacciones de información. Entonces los precios no se moverán tanto cuando los mercados no operan como se mueven cuando los mercados están operando.¹⁴ Aquí el mercado relevante es aquel en el que transa la mayoría de los operadores de ruido.

Los operadores de ruido pueden preferir las acciones de bajo precio a las de alto precio. Si es así, las divisiones de acciones aumentarán tanto la liquidez de una acción como su volatilidad diaria. Las acciones de bajo precio serán valoradas de un modo menos eficiente que las acciones de alto precio.¹⁵

El precio de una acción será una estimación con ruido de su valor. Las ganancias de una empresa (multiplicadas por un coeficiente precio/ganancias adecuado) proporcionarán otra estimación del valor de una acción.¹⁶ Esta estimación también tendrá ruido. Mientras menos miren las ganancias los operadores de ruido para decir cómo transarán, la estimación a partir de las ganancias tendrá información que no está todavía en la estimación a partir del precio.¹⁷

Como las estimaciones de valor basadas en las ganancias tendrán tanto ruido, los coeficientes precio/ganancias no serán fáciles de usar en la administración de carteras. Aún si las acciones con bajos coeficientes P/E tienen rendimientos esperados más altos que los de otras acciones, habrá períodos, posiblemente durante años, en que las acciones con coeficientes P/E bajos tengan rendimientos más bajos que los de otras acciones comparables.

En otras palabras, el ruido crea oportunidades de transacciones beneficiosas, pero al mismo tiempo hace difícil obtener beneficios en las transacciones.

2. ECONOMETRIA

¿Por qué la gente transa sobre ruido?

Una razón es que le guste hacerlo. Otra es que hay tanto ruido alrededor que no saben que están transando sobre ruido: piensan que están transando sobre información.¹⁸

Ninguna de estas razones encuadra en un mundo en el que la gente actúa sólo para maximizar la utilidad esperada de su riqueza y hace el mejor uso de la información disponible. Una vez que dejamos entrar de modo directo las transacciones en la función de utilidad (al decir que a la gente le gusta realizar transacciones) no es fácil detener este modo de razonar. Si cualquier cosa puede estar en la función de utilidad la noción de que la gente actúa para maximizar la utilidad esperada corre el peligro de perder gran parte de su contenido.

Debemos ser cuidadosos acerca de qué cosas introducimos en la función de utilidad. Sólo hay que hacerlo cuando a eso nos lleva la evidencia. Pienso que éste es un caso.

¹⁴ French & Roll (1985) determinan que la volatilidad del rendimiento de las acciones es mucho menor entre los períodos en que los mercados no operan que entre los períodos en que operan.

¹⁵ Ohlson & Penman (1985) establecen que cuando se dividen acciones las volatilidades de sus rendimientos aumentan en promedio más de 30% después de la división. Esto puede deberse a una proporción más alta de operadores de ruido, si bien no detectan un aumento en el volumen transado. Amihud (1985) piensa que otra explicación posible de este resultado es el aumento de la diferencia compra-venta después de la división.

¹⁶ Ver Black (1980) para una discusión de la relación entre ganancias y precios de las acciones.

¹⁷ Basu (1983) resume la evidencia de que las acciones con coeficientes precio/ganancias altos tienen rendimientos esperados más altos que las acciones con coeficientes bajos, aún después de ajustar por tamaño y por riesgo. DeBondt & Thaler (1985) proporcionan más evidencia sobre la existencia de disloques temporarios en los precios, y sobre los factores psicológicos que pueden influir en los operadores de ruido que crean estas oportunidades.

¹⁸ Kahneman & Tversky (1979) formulan un modelo más sofisticado acerca de por qué la gente toma decisiones a partir de razones aparentemente no racionales. Esta teoría puede ayudar a describir la motivación de los operadores de ruido. Ver Russell & Thaler (1985) para aplicaciones de este enfoque en economía y finanzas.

Otro caso es el pago de dividendos. Con nuestra legislación impositiva, parece claro que las recompras de acciones son un medio no sistemático mejor que el pago de dividendos para entregar dinero a los accionistas. Si la gente sólo quiere maximizar la utilidad esperada de la riqueza después de impuesto, no habrá razón para que las empresas paguen dividendos de modo regular. Y, cuando pagan dividendos, se excusarán frente a los accionistas (al menos los accionistas individuales) por perjudicarlos en su posición después de impuestos.¹⁹

La idea de que los dividendos contienen más información de la que surge de los estados contables de la empresa y sus anuncios públicos es demasiado imaginativa.²⁰ Es especialmente probable que algunas empresas paguen dividendos mientras realizan periódicas ofertas de acciones, que les proporcionan más dinero que el utilizado para pagar dividendos. Para estas empresas no podemos decir que los dividendos fuerzan a someterse al rigor de la oferta pública de acciones. Aún si no pagaran dividendos emitirían acciones.²¹

Pienso que debemos suponer que los inversores aprecian los dividendos por sí mismos. Por eso hay que introducirlos en la función de utilidad.

Quizá podríamos estar mejor que si seguimos pensando exclusivamente en términos de utilidad esperada. Ahora hay considerable evidencia de que la gente no se comporta según los axiomas de la utilidad esperada. De especial importancia es el hallazgo según el cual la gente aceptará ciertas jugadas para evitar el riesgo, pero rechazará las mismas jugadas cuando involucran ganancias. ¿Esto es consistente con la aversión al riesgo?²²

Pienso que el ruido es la razón principal para el uso de reglas de decisión que parecen violar los axiomas normales de la utilidad esperada. La gente adopta reglas de comportamiento porque hay mucho ruido en el mundo. Comparten estas reglas con otros, y muy poca gente tiene suficiente experiencia en la interpretación de evidencia con ruido como para ver que las reglas son demasiado simples. Con el tiempo, espero que la transmisión de formas científicas de interpretar evidencias, a través de los medios de difusión y las escuelas, formarán gradualmente reglas de decisión más sofisticadas, y entonces el modelo de la utilidad esperada será más válido.

Aún la gente con mucho entrenamiento, sin embargo, parece cometer permanentemente cierto tipo de errores. Por ejemplo, al observar los datos hay una fuerte tendencia a suponer que cuando dos acontecimientos suceden juntos con frecuencia, uno es la causa del otro. Hay una tendencia aún más fuerte a suponer que cuando uno ocurre primero causa el que ocurre después. Estas tendencias son fáciles de contrarrestar en los casos más simples. Pero aparecen no bien los estudios econométricos se hacen más complejos. A veces me maravillo si podemos extraer siquiera alguna conclusión de los resultados de las regresiones.

Debido a que hay mucho ruido en el mundo, algunas cosas son esencialmente no observables.

Por ejemplo, no podemos saber cuál es el rendimiento esperado del mercado. Hay algunas razones para creer que cambia a través del tiempo, y ninguna razón en particular para creer que los cambios se producen lentamente. Podemos utilizar el rendimiento promedio pasado como una estimación del rendimiento esperado, pero es una estimación con mucho ruido.²³

De manera similar, las pendientes de las curvas de demanda y oferta son tan difíciles de estimar que son esencialmente no observables. La introspección parece ser un método tan bueno como otros para intentar estimarlas. Uno de los principales problemas es que no hay manera de saber cuántas variables debemos incluir en un análisis econométrico; siempre apa-

¹⁹ En Black (1976) describo el enigma de los dividendos. Ahora pienso que la solución del enigma es introducir directamente los dividendos en la función de utilidad. Un modo de hacerlo puede verse en Shefrin & Statman (1985). Otra forma de resolver el enigma de los dividendos, y su relación con el enigma de la estructura de capital, se plantea en Myers (1984).

²⁰ Un estudio del caso en que los dividendos contienen información puede verse en Miller (1985)

²¹ Kalay & Shimrat (1985) observan, sin embargo, que las empresas que emiten acciones tienden a reducir sus dividendos.

²² Este fenómeno se discute extensamente en Tversky & Kahneman (1981)

²³ Merton (1980) muestra cuán difícil es la estimación del rendimiento esperado del mercado.

recen variables potencialmente importantes que se han omitido, quizá porque tampoco son observables.²⁴

Por ejemplo, la riqueza es con frecuencia una variable clave para estimar cualquier curva de demanda. Pero la riqueza es en sí misma no observable. Ni siquiera es claro cómo definirla. El valor de mercado de los activos transables es una parte, pero el valor de los activos no transables, y especialmente del capital humano, es una parte más grande para la mayoría de los individuos. No hay modo de observar el valor del capital humano de un individuo, y no es claro cómo debemos proceder para sumar los valores del capital humano de los individuos a fin de obtener el valor del capital humano de una economía.

Sospecho que si fuera posible observar el valor del capital humano advertiríamos que fluctúa en la misma forma en que lo hace el nivel del mercado de capitales. De hecho, pienso que podríamos encontrar que las fluctuaciones en el valor del capital humano están altamente correlacionadas con las fluctuaciones en el nivel del mercado de acciones, si bien las fluctuaciones del primero probablemente sean de menor magnitud que las del segundo.²⁵

Realmente es más fácil hacer una lista de las variables observables que de las no observables, puesto que hay muchas cosas no observables. La tasa de interés es observable. Si hubieran bastantes transacciones en futuros CPI, la tasa de interés real sería observable. Sin embargo, como no hay suficientes operadores de ruido en futuros de CPI este no es un mercado viable.

Los precios y los rendimientos de las acciones son observables. La volatilidad pasada de los rendimientos de una acción es observable, y al utilizar los rendimientos diarios podemos acercarnos a observar la volatilidad corriente de una acción. También podemos observar con alguna aproximación las correlaciones entre los rendimientos de diferentes acciones.

Las variables económicas parecen ser menos observables que las variables financieras. Los precios de las mercaderías y los servicios son difíciles de observar, porque son específicos de la ubicación y las condiciones comerciales mucho más que las variables financieras. Las cantidades son difíciles de observar porque aquello que se transa difiere de lugar a lugar, y a través del tiempo.

Así, los estudios econométricos que involucran variables económicas son difíciles de interpretar por dos razones. Primero, los coeficientes de regresión nos dicen poco sobre las relaciones causales, aún cuando las variables sean observables. Y segundo, las variables están sujetas a un conjunto de errores de medida, y los errores de medida probablemente están relacionados con los verdaderos valores de las variables.

Quizá la variable económica más fácil de observar es la cantidad de dinero, una vez que nos ponemos de acuerdo sobre su definición. Pienso que esto tiene algo que ver con la fascinación que tienen los economistas teóricos por esa magnitud. Desde mi punto de vista, sin embargo, esta variable económica tan fácil de observar no tiene un papel importante en el funcionamiento de la economía. El dinero es importante, pero no tanto la cantidad de dinero.

La cantidad de dinero está correlacionada con cualquier medida de actividad económica, porque la magnitud de dinero utilizada en los intercambios se relaciona con el volumen de estos. Esta correlación no implica que el gobierno pueda controlar la cantidad de dinero, ni que los cambios en esa cantidad influyan en la actividad económica.²⁶

Los estudios empíricos en finanzas son más fáciles de hacer que los estudios empíricos en economía, porque los datos sobre precios de títulos son generalmente de mejor calidad que los datos disponibles de la economía. Pero hay muchos peligros cuando se intenta interpretar aún el resultado de estudios basados en precios de títulos.

Por ejemplo, algunos estudios empíricos recientes han tomado la forma de "estudios de acontecimientos", y miran las reacciones de los precios de las acciones a los anuncios que

²⁴ Leamer (1983) y Black (1982) discuten las profundas dificultades del análisis econométrico convencional.

²⁵ Fama & Schwert (1977) estudian la relación entre el capital humano y el mercado de acciones. No encuentran una relación estrecha.

²⁶ King & Plosser (1984) advierten la posibilidad que la actividad económica influya en la cantidad de dinero más que el camino inverso.

afectan a una empresa.²⁷ Si no hubiera ruido en los precios de las acciones, este sería un modo muy confiable de determinar cómo afectan a la empresa ciertos acontecimientos. Pero, de hecho, la reacción del precio de la acción nos dice sólo cómo piensan los inversores que los acontecimientos afectarán a las empresas, y los pensamientos de los inversores incluyen tanto ruido como información.

Más aún, si los inversores aprecian de modo directo algunos atributos de una empresa (tal como los dividendos) con independencia de cómo afectan su valor, los estudios de acontecimientos recogerán estas preferencias junto con los efectos de los acontecimientos en el valor. Cuando una empresa aumenta sus dividendos su precio puede aumentar porque a los inversores les gustan los dividendos, aún cuando el valor actual de sus dividendos futuros pueda haber disminuido (por efectos impositivos).

¿Hay alguna solución para estos problemas? Pienso que no será una solución única ni simple. Las correlaciones entre las variables económicas y financieras nos dan alguna información valiosa. Los estudios experimentales en economía y finanzas son valiosos. El análisis de "hechos estilizados" también es utilizable. Los acontecimientos poco usuales pueden proporcionar discernimientos interesantes. Al fin, una teoría se acepta no porque esté confirmada por las pruebas empíricas convencionales, sino porque los investigadores se persuaden unos a otros de que la teoría es correcta y relevante.²⁸

3. MACROECONOMIA

Si los ciclos de los negocios están provocados por cambios no anticipados en el nivel general de precios o en la magnitud del gasto público no podemos llamar ruido a este tipo de incertidumbre. Es demasiado simple. Y porque es demasiado simple, no pienso que este tipo de incertidumbre tenga un papel importante en los ciclos de los negocios. No he visto ningún modelo, que incluya todos los tipos de mercado que existen en la economía, donde los cambios en el nivel general de precios o en la magnitud del gasto público sean suficientemente grandes, poderosos o no anticipados como para causar ciclos significativos de los negocios.²⁹

Por otro lado, si los ciclos de los negocios se originan en cambios no anticipados en el esquema completo de preferencias y tecnología entre sectores, podemos llamar ruido a esta incertidumbre. Pienso que estos cambios son significativos para la economía en conjunto porque no se cancelan en ningún sentido relevante. El número de sectores en los que existe coincidencia entre preferencias y tecnología varía mucho en el tiempo. Cuando es alto tenemos una expansión. Cuando es bajo, una recesión.³⁰

Una de las razones por las que los cambios no se cancelan es que no son independientes entre sectores. Cuando los costos de producción de mercaderías y servicios que requieren petróleo son altos, serán altos en algunos sectores relacionados. Cuando la demanda de casas de vacaciones es alta, será alta simultáneamente para varios tipos de servicios relacionados. Mientras más dividamos sectores en subsectores, más relacionados estarán los subsectores unos con otros.

No es claro si el aumento de diversidad y especialización que acompaña la transición de una economía simple a una economía compleja como las modernas estará asociado con ciclos de negocios más grandes o más pequeños. Por un lado, la diversidad en una economía más compleja significa que el simple fracaso de una cosecha o un shock de demanda no puede tener un efecto devastador. Pero, por el otro lado, la especialización en esa economía más

²⁷ Para un estudio de acontecimientos típico, junto con una discusión de algunos factores que lo hacen difícil de interpretar adecuadamente, puede verse Kalay & Loewenstein (1985).

²⁸ McCloskey (1983) toma en parte este punto de vista.

²⁹ Para una revisión de la investigación en teoría de los ciclos de negocios ver Zarnowitz (1985). Un intento de explicar los ciclos grandes de los negocios con cambios aparentemente inocentes en el nivel de precios puede verse en Mankiw (1985).

³⁰ Una discusión más extensa de este punto se realiza en Black (1981, 1982).

compleja significa que cuando hay un desajuste entre preferencias y tecnología es más costoso desplazar habilidades y máquinas entre sectores para corregirlo.

El dinero y los precios no tienen ningún papel en esta explicación. Todo es real.³¹ Veamos una pequeña muestra del tipo de cosas que tengo en mente; supongamos que yo me preparo para producir muñecas, mientras que usted se prepara para producir libros de arte. Mientras usted quiera muñecas y yo libros de arte tendremos un boom. Trabajaremos duro, e intercambiamos nuestros productos, y tendremos un consumo alto de muñecas y libros de arte. Pero si las cosas cambian, y usted quiere juguetes mecánicos y yo libros de ficción científica tendremos una depresión. El precio relativo de los juguetes y los libros puede ser el mismo que antes, pero ninguno de nosotros trabajará tan duro porque no valoraremos tanto lo que podemos obtener a cambio de nuestra producción.

Este es sólo un tipo de ejemplo. Las variaciones pueden producirse en la utilización de máquinas tanto como de personal, y la incertidumbre subyacente puede ser tanto de lo que podemos hacer como de lo que queremos.

Los cambios no anticipados en preferencias y tecnología dentro de cada sector y entre sectores es lo que llamamos información al analizar los mercados financieros. En los mercados reales parece más apropiado llamar ruido a estos cambios, para que contrasten con los cambios en los agregados, a los que se enfocan los modelos macroeconómicos convencionales. En otras palabras, la causa de los ciclos de los negocios no es un conjunto de unas pocas cosas importantes que pueden medirse y controlarse, sino de muchas cosas pequeñas que son difíciles de medir y esencialmente incontrolables.

El ruido o la incertidumbre afectan los mercados reales porque hay costos para cambiar los recursos físicos y humanos dentro de un sector y entre sectores. Si las habilidades y el capital pueden reasignarse sin costos después de conocer las nuevas preferencias y tecnologías, no existen desajustes entre lo que podemos hacer y lo que queremos hacer.

Los costos de reasignar los recursos reales suelen ser grandes. Por eso es plausible que tengan un papel en los ciclos de los negocios. Los costos de introducir ajustes por inflación en los contratos, o de publicar los cambios en la cantidad de dinero o en el nivel de precios parecen bajos, y por eso no es plausible que estos costos jueguen un papel significativo en los ciclos de los negocios.

Presumiblemente el gobierno no tiene mejor información sobre los detalles de las condiciones futuras de oferta y demanda en cada sector y entre sectores que la gente que trabaja en esos sectores. Entonces poco puede hacer el gobierno para ayudar a la economía a evitar las recesiones. Estos detalles futuros desconocidos son ruido para los trabajadores y los directivos involucrados, y doble ruido para los empleados del gobierno, aún aquellos que reúnen estadísticas de cada una de las industrias.

No creo que alguna de las pruebas econométricas convencionales permita determinar si esta teoría de los ciclos es correcta o no. Sin embargo, una de sus predicciones es que los salarios reales fluctuarán con las otras medidas de la actividad económica. Cuando hay un ajuste entre preferencias y tecnología en muchos sectores, el ingreso, los salarios y la producción serán altos, y el desempleo bajo. Entonces los salarios reales serán procíclicos. Esto es obviamente cierto en períodos largos, pero también parece verdad en períodos cortos, especialmente cuando se tienen en cuenta las horas extra.³²

¿Cómo entran la inflación y el dinero en este cuadro?

³¹ Los estudios relacionados más estrechamente con la literatura convencional de ciclos de los negocios son los de Long & Plosser (1983) y Lilien (1982). Bernanke (1983) presenta una explicación totalmente real para los cambios en la producción de bienes durables: esto es sectorial en el sentido que las inversiones específicas son irreversibles. Topel & Weiss (1985) utilizan la incertidumbre sobre las condiciones de empleo en diferentes sectores como elemento para explicar el desempleo; pienso que estos métodos pueden aplicarse para explicar las fluctuaciones cíclicas en el desempleo.

³² Bils (1985) hace una revisión de los estudios en esta área, y proporciona evidencia de que los salarios reales son verdaderamente procíclicos.

Creo que la política monetaria es completamente pasiva en un país como USA.³³ El dinero aumenta cuando lo hacen los precios o el ingreso, porque en esos casos aumenta la demanda de dinero. No he sido capaz de formular un modelo de equilibrio en el cual los cambios en el dinero causan cambios en los precios o el ingreso, pero no he tenido problemas al formular un modelo en el cual los cambios en precios o ingreso provocan cambios en el dinero.³⁴

Los cambios en el dinero a veces preceden a los cambios en el ingreso, pero esto no es sorprendente: la demanda de dinero puede depender del ingreso esperado así como del ingreso corriente. Los cambios en la riqueza (medida a valor de mercado) también preceden a los cambios en el ingreso.

En el enfoque convencional, las operaciones de mercado abierto cambian la riqueza percibida, esto lleva a un cambio en la demanda de activos existentes, y entonces provoca un cambio en el nivel de precios. Pero las operaciones de mercado abierto no tienen efecto en la riqueza cuando ésta se mide a valor de mercado: sencillamente sustituyen una forma de riqueza por otra. Alguien dirá que las operaciones de mercado abierto provocan un cambio en las tasas de interés, el cual tiene efectos adicionales en la economía. Pero esto no puede suceder en un modelo de equilibrio. No hay un equilibrio temporario, con nivel de precios y tasa de inflación invariantes, en el cual una tasa de interés diferente sea igual a un determinado componente de la productividad marginal del capital. Si cambian el nivel de precios o la tasa de inflación hay varios equilibrios, pero no tenemos pautas para decir cómo prevalecerá uno u otro. No hay una explicación coherente del modo en que un cambio en el dinero provocará un cambio de un equilibrio a otro.

Si la política monetaria no provoca cambios en la inflación, ¿qué los origina? Pienso que el nivel de precios y la tasa de inflación son literalmente indeterminados. Serán lo que la gente piensa que son. Están determinados por expectativas, pero las expectativas se forman con reglas no racionales. Si la gente cree que ciertos cambios en la cantidad de dinero provocarán cambios en la tasa de inflación, esto puede muy bien suceder porque sus expectativas quedarán reflejadas en sus contrataciones a largo plazo.

Otra forma de llegar a lo mismo es la siguiente. En un sector, los precios de entradas y salidas se consideran habitualmente como dados. Las decisiones acerca de qué y cuánto producir se toman considerando que esos precios están dados: cada sector supone que las tasas de inflación de sus precios de entrada y salida están dadas. En mis modelos, esto incluye al sector Gobierno en su rol de oferente monetario. Si estamos en un equilibrio con una tasa esperada de inflación (suponiendo que ni el precio del oro ni los tipos de cambio son fijos), y algo cambia hacia una tasa esperada de inflación más baja, tendremos un nuevo equilibrio (sólo con modificaciones menores en el anterior).

Un modo de describir este enfoque es decir que el ruido provoca cambios en la tasa de inflación.

Si tenemos un patrón oro, en el cual el precio del oro se ajusta en el tiempo para que el nivel de precios siga un curso deseado, y donde el gobierno está dispuesto a comprar o vender oro a un precio temporariamente fijo, sin permitir que sus existencias fluctúen mucho, entonces la inflación, no será aleatoria: estará controlada.³⁵ Pero parece improbable que adoptemos un patrón oro de este tipo, o de cualquier otro, en algún momento próximo.

De modo similar, si un país pequeño adopta una política de ajustar su tipo de cambio con el de un país grande, para que su nivel de precios siga un curso deseado, donde el gobierno está dispuesto a comprar o vender divisas a un tipo temporariamente fijo, sin permitir que sus reservas fluctúen mucho, la tasa de inflación también estará controlada. Esto es posible para

³³ Mi enfoque se explica en Black (1970, 1972, 1974)

³⁴ Para un análisis de las explicaciones posibles de la correlación entre el dinero y otras variables puede verse Cornell (1983)

³⁵ En Fisher (1920) puede verse una antigua versión de este argumento. Black (1981) proporciona una nueva versión, junto con la discusión de la posibilidad de mantener casi fijas las existencias de oro mientras se controlan el precio del oro y el nivel de precios.

cualquier país que tenga riqueza y un poder impositivo estable, porque siempre puede vender activos a cambio de divisas, y recomprarlos cuando tiene disponibilidad de divisas.

Sin embargo, no es claro qué se obtiene al controlar el nivel de precios. Si los ciclos de los negocios se originan en factores reales, más que en cosas que se ven afectadas por la tasa de inflación, desaparecen algunas de las razones para controlar la inflación.

En mi enfoque, entonces, hay un equilibrio real internacional que prácticamente no se ve afectado por los niveles de precios o las políticas monetarias, excepto en los países con mercados financieros inestables o con deuda externa muy grande comparada con la riqueza imponible. Este equilibrio real involucra un ciclo de negocios mundial y ciclos de negocios nacionales, impulsados por el grado en que existe concordancia de preferencias y tecnología.

El equilibrio real también envuelve precios relativos cambiantes para todas las clases de mercaderías y servicios, incluyendo los precios relativos de las "mismas" mercaderías y servicios en diferentes ubicaciones. Diferentes ubicaciones significa tanto a la vuelta de la esquina como a la vuelta del mundo. Puesto que la información y el transporte son costosos (especialmente la información), no hay forma de arbitraje que fuerce a que los precios de mercaderías y servicios similares sean similares en ubicaciones diferentes.

Más aún, el equilibrio real implica flujos comerciales continuamente cambiantes entre varios pares de países. No hay razón para que el comercio entre cualquier par de países esté balanceado, en el corto o en el largo plazo. Y un desbalance en el comercio no tiene consecuencias particulares en el bienestar.³⁶

Puesto que el equilibrio real está fijado en un punto del tiempo, y cambia continuamente en el tiempo, un precio más alto de un ítem en moneda doméstica en algún momento significará precios más altos de todos los ítems, en moneda doméstica, en el mismo momento. Habrán algunos rezagos en los cambios de precios, y también en la difusión o información de estos cambios, pero esto no afectará significativamente el equilibrio.

Si fuéramos capaces de observar la economía, en un determinado momento, con dos niveles de precios domésticos diferentes, podríamos ver que el equilibrio real es independiente de los niveles de precios y de los tipos de cambio; podemos llamar "paridad de poder adquisitivo" a esta situación.

Puesto que en realidad podemos observar la economía en su desenvolvimiento a través del tiempo, no advertimos cómo realmente se cumple la paridad del poder adquisitivo. Vemos que se producen cambios en precios relativos, y también fluctuaciones en el nivel de la actividad económica, y también varían los tipos de cambio y la cantidad de dinero. Pensamos que los tipos de cambio y la cantidad de dinero provocan cambios en los precios relativos, y fluctuaciones en los negocios.³⁷

Pero esto es sólo porque el ruido en los datos empaña nuestra visión.

³⁶ Este es un resultado común en economía internacional. Mi tratamiento del mismo puede verse en Black (1978)

³⁷ Davutyan & Pippenger (1985) indican algunos de los modos en que pueden fallar las pruebas habituales de la paridad de poder adquisitivo. Más aún, esas pruebas son inadecuadas a menos que consideremos los costos de transporte, como señala Aizenman (1984). Los costos de transporte pueden ser muy grandes para servicios y algunas mercaderías.

REFERENCIAS

- ADMATI, Anat R., A noisy rational expectations equilibrium for multi-asset securities markets, *Econometrica*, 1985, 53, 629/657
- AIZENMAN, Joshua, Testing deviations from purchasing power parity (PPP), National Bureau of Economic Research, Working Paper N.1475, 1984
- AMIHUD, Yakov, Biases in computed return variance: an application to volatility increases subsequent to stock split, Manuscrito no publicado, 1985
- ARROW, Kenneth, Risk perception in psychology and economics, *Economic Inquiry*, 1982, 20, 1/9
- BASU, Sanjoy, The relationship between earnings' yield, market value and return for NYSE common stocks: further evidence, *Journal of Financial Economics*, 1983, 12, 129/156
- BERNANKE, Ben, Irreversibility, uncertainty, and cyclical investment, *Quarterly Journal of Economics*, 1983, 85/106
- BILS, Mark, Real wages over the business cycle: evidence from panel data, *Journal of Political Economy*, 1985, 93, 666/689
- BLACK, Fischer, Banking and interest rates in a world without money: the effects of uncontrolled banking, *Journal of Bank Research*, Autumn 1970, 1, 8/20
- BLACK, Fischer, Active and passive monetary policy in a neoclassical model, *Journal of Finance*, 1972, 27, 801/814
- BLACK, Fischer, Uniqueness of the price level in monetary growth models with rational expectations, *Journal of Economic Theory*, 1974, 7, 53/65
- BLACK, Fischer, The dividend puzzle, *Journal of Portfolio Management*, 1976, 2, 5/8
- BLACK, Fischer, The ins and outs of foreign investment, *Financial Analysts Journal*, May/June 1978, 34 25/32
- BLACK, Fischer, The magic in earnings: economic earnings versus accounting earnings, *Financial Analysts Journal*, November/December 1980, 36, 19/24
- BLACK, Fischer, A gold standard with double feedback and near zero reserves, Manuscrito no publicado, 1981
- BLACK, Fischer, The ABC of business cycles, *Financial Analysts Journal*, November/December 1981, 37, 75/80
- BLACK, Fischer, The trouble with econometric models, *Financial Analysts Journal*, March/April 1982, 37, 29/37
- BLACK, Fischer, General equilibrium and business cycles, National Bureau of Economic Research, Working Paper N.950, 1982
- CORNELL, Bradford, The money supply announcements puzzle: review and interpretation, *American Economic Review*, 1983, 73, 644/657
- DAVUTYAN, Nurhan & PIPPENGER, John, Purchasing power parity did not collapse during the 1970's, *American Economic Review*, 1985, 75, 1151/1158
- DeBONDT, Werner & THALER, Richard, Does the stock market overreact?, *Journal of Finance*, 1985, 40, 793/805
- DIAMOND, Douglas & VERRECCHIA, Robert, Information aggregation in noisy rational expectations economy, *Journal of Financial Economics*, 1981, 9, 221/235
- FAMA, Eugene & SCHWERT, William, Human capital and capital market equilibrium, *Journal of Financial Economics*, 1977, 4, 95/125
- FIGLEWSKI, Stephen, Market "efficiency" in a market with heterogeneous information, *Journal of Political Economy*, 1978, 86, 581/597
- FISHER, Irving, *Stabilizing the dollar*, Macmillan, New York, 1920
- FRENCH, Kenneth & ROLL, Richard, Stock return variances: the arrival of information and the reaction of traders, Graduate School of Management, UCLA Working Paper, 1985
- GRINBLATT, Mark & ROSS, Stephen, Market power in a securities market with endogenous information, *Quarterly Journal of Economics*, 1985, 100, 1143/1167
- GROSSMAN, Sanford, Further results on the informational efficiency of competitive stock markets, *Journal of Economic Theory*, 1978, 18, 81/101
- GROSSMAN, Sanford & STIGLITZ, Joseph, On the impossibility of informationally efficient markets, *American Economic Review*, 1980, 70, 393/408

- GUREL, Eitan & HARRIS, Lawrence, Price and volume effects asociated with changes in the S&P 500 list: new evidence for the existence of price pressures, Manuscrito no publicado, 1985
- HAKANSSON, Nils, KUNKEL, J.Gregory & OHLSON, James, Sufficient and necessary conditions for information to have social value in pure exchange, *Journal of Finance*, 1982, 37, 1169/1181
- JAFFE, Jeffrey & WINKLER, Robert, Optimal speculation against an efficient market, *Journal of Finance*, 1976, 31, 49/61
- KAHNEMAN, Daniel & TVERSKY, Amos, Prospect theory: an analysis of decision under risk, *Econometrica*, 1979, 47, 263/291
- KALAY, Avner & SHIMRAT, Adam, On the payment of equity financed dividends, Manuscrito no publicado, 1985
- KALAY, Avner & LOEWENSTEIN, Uri, Predictable events and excess returns: the case of dividend announcements, *Journal of Financial Economics*, 1985, 14, 423/449
- KING, Robert & PLOSSER, Charles, Money, credit, and prices in a real business cycle, *American Economic Review*, 1984, 74, 360/380
- KYLE, Albert, Market structure, information, futures markets, and price formation, en G.Storey, A.Schmitz & A.Sarris (eds), *International agricultural trade*, Westview Press, Boulder & London, 1984, 45/63
- KYLE, Albert, Continuous auctions and insider trading, *Econometrica*, 1985, 53, 1315/1335
- KYLE, Albert, Informed speculation with imperfect competition, Manuscrito no publicado, 1985
- LAFFONT, Jean-Jacques, On the welfare analysis of rational expectations equilibria with asymmetric information, *Econometrica*, 1985, 53, 1/29
- LEAMER, Edward, Let's take the con out of econometrics, *American Economic Review*, 1983, 73, 31/43
- LILIENTHAL, David, Sectoral shifts and cyclical unemployment, *Journal of Political Economy*, 1982, 90, 777/793
- LILIENTHAL, David, A sectoral model of the business cycle, USC Modelling Research Group, Working Paper #8231, 1982
- LODERER, Claudio & ZIMMERMANN, Heinz, Rights issues in Switzerland: some findings to consider in the debate over financing decisions, Manuscrito no publicado, 1985
- LONG, John & PLOSSER, Charles, Real business cycles, *Journal of Political Economy*, 1983, 91, 39/69
- MANKIW, N.Gregory, Small menu costs and large business cycles, *Quarterly Journal of Economics*, 1985, 100, 529/538
- MCCLOSKEY, Donald, The rhetoric of economics, *Journal of Economic Literature*, 1983, 21, 481/517
- MERTON, Robert, Optimum consumption and portfolio rules in a continuous-time model, *Journal of Economic Theory*, 1971, 3, 373/413
- MERTON, Robert, On estimating the expected return on the market: an exploratory investigation, *Journal of Financial Economics*, 1980, 8, 323/361
- MERTON, Robert, On the current state of the stock market rationality hypothesis, Sloan School of Management Working Paper #1717, 1985
- MILGROM, Paul & STOKEY, Nancy, Information, trade and common knowledge, *Journal of Economic Theory*, 1982, 26, 17/27
- MILLER, Merton, The information content of dividends, Manuscrito no publicado, 1985
- MYERS, Stewart, The capital structure puzzle, *Journal of Finance*, 1984, 39, 575/592
- OHLSON, James & PENMAN, Stephen, Volatility increases subsequent to stock splits: an empirical aberration, *Journal of Financial Economics*, 1985, 14, 251/266
- RUBINSTEIN, Mark, Security market efficiency in an Arrow-Debreu economy, *American Economic Review*, 1975, 65, 812/824
- RUSSELL, Thomas & THALER, Richard, The relevance of quasi rationality in competitive markets, *American Economic Review*, 1985, 75, 1071/1082
- SHEFRIN, Hersh & STATMAN, Meir, Comparing two theories of dividend function, Manuscrito no publicado, 1985
- SHILLER, Robert, Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends?, *American Economic Review*, 1981, 71, 421/436
- SHILLER, Robert, Stock prices and social dynamics, *Brookings Papers on Economic Activity*, 1984, 2, 457/498

- SHLEIFER, Andrei, Do demand curves for stocks slope down?, *Journal of Finance*, 1986, 41, 579/590
- SUMMERS, Lawrence, Do we really know that financial markets are efficient?, *Journal of Finance*, 1986, 41, 591/602
- TIROLE, Jean, On the possibility of speculation under rational expectations, *Econometrica*, 1982, 50, 1163/1181
- TOPEL, Robert & WEISS, Laurence, Sectoral uncertainty and unemployment, University of California at San Diego, Economics Department, Discussion Paper 85-27, 1985
- TVERSKY, Amos & KAHNEMAN, Daniel, The framing of decisions and the psychology of choice, *Science*, January 30, 1981, 211, 453/458
- VARIAN, Hal, Differences of opinion and the volume of trade, University of Michigan, Department of Economics, Discussion Paper C-67, 1985
- ZARNOWITZ, Victor, Recent work on business cycles in historical perspective: a review of theories and evidence, *Journal of Economic Literature*, 1985, 23, 523/580

CÓMO LLEGAMOS A LA FÓRMULA DE LA OPCIÓN

Fischer Black

Goldman, Sachs & Co.

Mi ensayo con Myron Scholes que dio la derivación de nuestra fórmula de las opciones apareció en la primavera de 1973. Sin embargo, en la primavera de 1972 habíamos publicado un estudio acerca de los resultados de algunas pruebas empíricas de la fórmula. El trabajo que condujo a la fórmula comenzó en la primavera de 1969, y la investigación de base se inició en 1965. Este es el relato de cómo surgieron la fórmula y los ensayos que la describían.

LA HISTORIA EN BREVE

Antes de describir los hechos que rodearon nuestro descubrimiento de la fórmula voy a contar la idea subyacente en ella.

Supongamos que hay una fórmula que nos dice que el valor de una opción de compra depende del precio de la acción subyacente, de la volatilidad de esa acción, del precio de y el tiempo hasta el ejercicio, y de la tasa de interés.

Tal fórmula nos dirá, entre otras cosas, cuánto cambiará el valor de la opción cuando cambia el precio de la acción en una pequeña magnitud en un período breve. Supongamos que la opción sube \$ 0,50 cuando la acción aumenta \$ 1,00, y baja \$ 0,50 cuando la acción baja \$ 1,00. Entonces, uno puede formar una posición compensada (*hedged position*) con una posición corta de dos contratos de opción y una posición larga de un lote de acciones.

Esta posición prácticamente no tendrá riesgo. Con movimientos pequeños de la acción en el corto plazo, las pérdidas en una de las posiciones serán compensadas por las ganancias en la otra. Si la acción sube uno pierde con la opción pero obtiene el mayor precio de la acción. Si la acción baja perderá con la acción, pero ganará una magnitud similar con la opción.

Al principio uno creó una posición compensada estando corto en dos opciones y largo en una acción. Según cambia el precio de la acción, y la opción se acerca a su expiración, cambiará el coeficiente opciones / acciones necesario para mantener la posición cercana a una que no tenga riesgo. Para mantener una cobertura neutral uno tendrá que cambiar la posición en la acción, la posición en la opción, o ambas.

Tanto como se acerque la posición compensada a una que no tenga riesgo, así se acercará el rendimiento a la tasa de interés de corto plazo de títulos que tienen muy poco o ningún riesgo. Este principio nos dio la fórmula de la opción. Nos llevó a que hay una sola fórmula para el valor de una opción que tiene la propiedad de que el rendimiento de una posición compensada de opciones y acciones es siempre igual a la tasa de interés de corto plazo.

El mismo argumento funciona para una "cobertura inversa", si uno supone que puede vender acciones en descubierto e invertir el monto resultante. Una posición corta en la acción combinada con una posición larga en la opción (en la proporción correcta) se acercará a una

posición sin riesgo. La inversión propia en tal posición será negativa, pero hay sólo una fórmula tal que el rendimiento de esa posición es la tasa de interés -la misma fórmula que derivamos con el argumento de la compensación directa.

Podemos obtener la fórmula suponiendo que una posición de opciones neutra (*neutral spread*) da como ganancia la tasa de interés. Si uno está corto en una opción y largo en otra opción sobre la misma acción en la proporción correcta, tendrá una posición de opciones neutra. El argumento es plausible aún para una posición de opciones en la que uno obtiene dinero, porque en ese caso está probablemente en la situación de invertir el producido de una venta de opciones para el beneficio propio.

De hecho, podemos obtener la fórmula sin suponer ninguna compensación o posición de opciones. Comparemos una posición larga en la acción con una posición larga en opciones que tienen el mismo comportamiento que la acción. En nuestro ejemplo, las posiciones comparables serían una larga en un lote de acciones y dos largas en contratos de opción. Estas dos posiciones tienen los mismos movimientos para cambios pequeños en el precio de la acción en el corto plazo; por esto, sus rendimientos diferirán sólo en una magnitud igual a la tasa de interés sobre la diferencia de valor total de ambas posiciones. Podemos tener equilibrio sólo si los inversores son indiferentes entre las dos posiciones. Esto proporciona la misma fórmula que los argumentos anteriores basados en la posición compensada o en la posición de opciones neutra.

LA ECUACION DIFERENCIAL

Jack Treynor estaba en Arthur D. Little, Inc. cuando comencé a trabajar en 1965. El había desarrollado, desde 1961, un modelo para la valoración de títulos y otros activos que ahora se denomina "modelo de valoración de títulos" (CAPM). William Sharpe, John Lintner y Jan Mossin desarrollaron, de modo más o menos independiente, versiones del mismo modelo, versiones que comenzaron a publicarse en 1965. Los trabajos de Jack nunca se publicaron, en parte porque nunca dejaron satisfecho su perfeccionismo, y en parte (creo) porque él nunca tuvo un trabajo académico.

De cualquier modo, Jack despertó mi interés por las finanzas, y comencé a consumir más y más tiempo estudiando el modelo de valoración de títulos y otras teorías financieras. La noción de equilibrio en el mercado de los títulos con riesgo tenía para mí un gran encanto. Implica que los títulos con más riesgo deben tener rendimientos esperados más altos, o los inversores no los mantendrían -excepto que los inversores no tengan en cuenta la parte del riesgo que pueden diversificar.

Comencé tratando de aplicar el modelo de valoración de títulos a otros títulos, distintos de las acciones. Analicé los bonos, los flujos de fondos de una empresa, y aún los activos monetarios. Uno de los ensayos de Treynor se refería a la valuación de los flujos de fondos de una empresa, y él había desarrollado una ecuación diferencial para obtener la cuantificación de ese valor. Esa ecuación tenía un error porque había omitido algunos términos que involucraban segundas derivadas, pero encontramos cuáles eran los términos faltantes, y corregimos la ecuación.

Con este fundamento comencé a trabajar en una fórmula para valorar un bono con derecho de compra (*warrant*)^(*). En ese momento pensaba en esos bonos más que en las opciones, porque el mercado abierto de opciones (OTC) era bastante imperfecto. No estoy seguro de cuándo comencé a trabajar en el problema de los bonos con opción, pero fue probablemente en 1968 o 1969. Tengo notas que contienen la ecuación diferencial con fecha junio de 1969.

Hasta entonces, la mayoría de los mejores ensayos acerca de los bonos con derecho de compra trataban de encontrar el valor de ese bono tomando el valor esperado al vencimiento,

^(*)N.T.: El término *warrant* tiene el sentido de un bono que da derecho también a comprar otros títulos de la empresa. Se distingue del *convertible*, que es un bono que puede cambiarse por otros títulos de la empresa.

y descontándolo al presente. Este método tiene dos problemas: uno tiene que conocer el rendimiento esperado de la acción para encontrar el valor esperado del bono con derecho de compra, y tiene que elegir una tasa de descuento para ese bono. No es una sola tasa de descuento, sin embargo, porque el riesgo del bono con derecho de compra depende del precio de la acción y del tiempo. Por ello, la tasa de descuento también depende del precio de la acción y del tiempo. Ninguno de los ensayos había resuelto este problema.

Una etapa clave para resolver el problema es escribir el valor del bono con derecho de compra como una fórmula que depende del precio de la acción y de otros factores. Como Treynor había utilizado este enfoque con su "ecuación de valuación", traté de hacerlo también. Y más o menos por la misma época en que yo estaba utilizando ese enfoque, Samuelson y Merton lo utilizaron en un ensayo que apareció en 1969 (si bien no llegaron a la misma fórmula).

Otra cosa que hizo posible resolver el problema fue eliminar todo tipo de complicaciones. Supuse que los costos de transacción son cero, que se puede prestar y tomar prestado a la misma tasa de interés de corto plazo que es constante en el tiempo, y que la volatilidad de la acción es constante. Esto significa que el precio futuro de la acción tiene una distribución log-normal. También hice otros supuestos simplificadores que después se eliminaron porque eran innecesarios.

La ecuación que escribí decía simplemente que el rendimiento esperado de un bono con derecho de compra dependería del riesgo del bono de la misma forma que el rendimiento esperado de la acción depende de su riesgo. Apliqué el modelo de valoración de títulos en cada momento de la vida del bono, para cada posible precio de la acción y valor del bono. Para decirlo de otra forma, utilicé el modelo de valoración de títulos para reflejar el modo en que la tasa de descuento de un bono con derecho varía con el tiempo y con el precio de la acción.

Esto me proporcionó una ecuación diferencial. Fue una ecuación para la fórmula del bono con derecho. Era una solución adecuada si conocemos el valor del bono al vencimiento y otra condición que yo no sabía acerca del tiempo.

Gasté muchos días tratando de encontrar la solución de esa ecuación. Tengo un Ph.D. en matemática aplicada pero nunca había dedicado mucho tiempo a ecuaciones diferenciales, y por eso no conocía los métodos estándar utilizados para resolver problemas como éste. Tengo un A.B. en física, pero no reconocí la ecuación como una versión de la "ecuación de calor", que tiene soluciones bien conocidas.

Ya mencioné que algunos factores de la ecuación original no quedaron en la versión final. El valor del bono con derecho de compra no parecía depender de la división del riesgo de la acción en riesgo que puede diversificarse y riesgo que no puede diversificarse. Dependía sólo del riesgo total de la acción (medido, por ejemplo, con la desviación estándar del rendimiento de la acción). El valor del bono con derecho no dependía del rendimiento esperado de la acción, o del rendimiento esperado de cualquier otro activo. Esto me fascinaba.

Pero yo todavía era incapaz de avanzar con la fórmula. Por lo tanto, dejé el problema de lado y me puse a trabajar en otras cosas.

En 1969 Myron Scholes fue al MIT, y yo tenía mi oficina cerca de Boston, donde me dedicaba a la investigación y la consultoría. Myron me invitó a unirme a él en algunas actividades de investigación en el MIT. Comenzamos a trabajar juntos en el problema de la opción, e hicimos rápidos progresos.

LA FORMULA

Primero nos concentramos en el hecho de que la fórmula de la opción dependía de la volatilidad de la acción subyacente, no de su rendimiento esperado. Esto significaba que se podía resolver el problema utilizando cualquier rendimiento esperado para la acción.

Decidimos intentarlo suponiendo que el rendimiento esperado de la acción era igual a la tasa de interés. (Supusimos una tasa de interés constante, y que las tasas de corto y de largo

plazo eran iguales.) En otras palabras, supusimos que el beta de la acción era cero: todo su riesgo podía eliminarse con diversificación.

Como también supusimos que la volatilidad de la acción era constante (expresada en forma porcentual) fue fácil establecer la probabilidad de cada posible valor de una inversión en la acción al momento de expiración de la opción. Sabíamos que el valor final de la acción (incluyendo los dividendos reinvertidos) podría ajustarse a una distribución lognormal.

Otros escritores acerca de opciones han hecho el mismo tipo de supuestos acerca de la acción subyacente, pero no han supuesto un rendimiento esperado igual a la tasa de interés. Han supuesto, sin embargo, un rendimiento esperado constante, lo cual implica una distribución lognormal del valor final de una acción que no paga dividendos.

Si uno conoce la distribución del valor final de la acción puede cortarla con el precio de ejercicio de la opción, y tiene la distribución del valor final de la opción. El valor esperado de esta distribución truncada proporciona el valor final esperado de la opción.

Un artículo de Case Sprenkle presentó una fórmula para el valor final esperado de una opción con estos mismos supuestos, si bien Sprenkle dejó que la acción tuviera cualquier rendimiento esperado constante. Poniendo en su fórmula la tasa de interés como rendimiento esperado de la acción obtenemos el valor final esperado de la opción con nuestros supuestos.

Pero nosotros no queríamos el valor final esperado de la opción. Buscábamos el valor actual de la opción: el valor en algún momento antes de la expiración. Por tanto, teníamos que encontrar alguna forma de descontar el valor final esperado de la opción.

De modo bastante repentino se nos apareció. Estábamos buscando una fórmula que relacionara el valor de la opción con el precio de la acción. Si la acción tiene un rendimiento esperado igual a la tasa de interés, lo mismo pasaría con la opción. Después de todo, si el riesgo total de la acción puede eliminarse por diversificación, lo mismo pasa con el riesgo de la opción. Si el beta de la acción fuera cero, el beta de la opción tendría que ser también cero.

Si la opción siempre tiene un rendimiento esperado igual a la tasa de interés, entonces la tasa de descuento que hay que tomar para traer al presente el valor esperado futuro de la opción sería siempre la tasa de interés. La tasa de descuento no dependería del tiempo o del precio de la acción, como sería el caso si la acción tiene un rendimiento esperado distinto a la tasa de interés.

Por tanto, descontamos el valor final esperado de la opción con la tasa de interés constante para obtener el valor actual de la opción. Entonces tomamos la fórmula de Sprenkle, poniendo la tasa de interés como rendimiento esperado de la acción, y como tasa de descuento de la opción. Teníamos nuestra fórmula de la opción.

Probamos la fórmula con la ecuación diferencial, y coincidió. Sabíamos que estábamos en lo correcto. Unos pocos cambios, y tuvimos una fórmula también para las opciones de venta.

EL TRABAJO HASTA LA PUBLICACION

Nuestra primera idea fue publicar un ensayo describiendo la fórmula. (Más tarde también pensamos en tratar de utilizar la fórmula para conseguir ganancias en transacciones con opciones y bonos con derecho de compra.) Mientras trabajábamos en ese ensayo tuvimos largas discusiones con Robert Merton, que también estaba trabajando en la valuación de opciones.

Merton hizo muchas sugerencias que mejoraron nuestro ensayo. En particular, señaló que si uno supone transacciones continuas en la opción o en la acción, puede mantener una posición compensada entre ambas que es literalmente sin riesgo. En la versión final del ensayo dedujimos la fórmula de esta manera, porque parecía ser el argumento más general.

Merton comenzó trabajando en un ensayo acerca de los aspectos de la fórmula de la opción. Fue capaz de probar, junto con otros puntos importantes, que si uno no quiere una tasa de interés constante en la fórmula, podría utilizar la tasa de interés de un bono con descuento que vence cuando la opción expira.

Scholes y yo empezamos pensando acerca de la aplicación de la fórmula para cuantificar los valores de los bonos con riesgo y las acciones. Merton también comenzó pensando eso, pero ninguno se lo dijo al otro. Estuvimos trabajando en ensayos acerca de la fórmula con una mezcla de rivalidad y cooperación. Scholes y yo dimos una primera versión de nuestro ensayo en la conferencia sobre teoría del mercado de capitales patrocinada por Wells Fargo Bank en el verano de 1970. Hablamos entonces de la aplicación a las finanzas de empresas. Merton asistió a la conferencia, pero se quedó dormido en la mañana de nuestra exposición, y por esto sólo más tarde descubrió que estábamos trabajando en las aplicaciones a las finanzas empresariales.

El primer borrador que todavía subsiste de nuestro ensayo (fechado en octubre de 1970) se tituló "A Theoretical Valuation Formula for Options, Warrants, and Other Securities". Lo envié al *Journal of Political Economy*, y rápidamente lo recibí de vuelta con una carta de rechazo. Decía que era demasiado especializado para ellos, y que sería mejor en el *Journal of Finance*. Entonces lo envié a *The Review of Economics and Statistics*, y también volvió con una carta de rechazo. Decía que sólo podían publicar un número muy pequeño de los ensayos que recibían. Ninguno de estos journals pasaron el ensayo a sus revisores.

Sospecho que una razón de que estos journals no tomaron seriamente el ensayo fue mi dirección postal no académica. De cualquier forma, reescribimos el ensayo para poner énfasis en los aspectos económicos subyacentes en la derivación de la fórmula. El borrador siguiente (Enero de 1971) se llamó "Capital Market Equilibrium and the Pricing of Corporate Liabilities".

Merton Miller y Eugene Fama, en la Universidad de Chicago, se interesaron en el ensayo. Nos enviaron extensos comentarios sobre ese borrador, y sugirieron al *Journal of Political Economy* que quizá merecía una consideración más seria. En agosto de 1971 el Journal aceptó el ensayo, en forma condicional a que se introdujeran los cambios adicionales sugeridos por los revisores.

El borrador final, fechado en mayo de 1972, tuvo el título "The Pricing of Options and Corporate Liabilities". Apareció en la edición de Mayo/Junio de 1973 de ese Journal. Mientras tanto habíamos escrito un ensayo con los resultados de algunas pruebas empíricas de la fórmula, que apareció en el *Journal of Finance* de mayo de 1972.

PRUEBAS DE LA FORMULA

Mientras trabajábamos en el ensayo acerca de la fórmula comenzamos a buscar los modos de probarla con títulos reales. Empezamos con los bonos con derecho de compra.

Estimamos la volatilidad de la acción de cada empresa de un conjunto que tenían en circulación bonos con derecho. Aplicamos la fórmula de una manera simple, dejando de lado algunas de las formas en que los bonos con derecho son diferentes de las opciones. Vimos que varios bonos lucían como muy buenas inversiones. La mejor compra de todas parecía ser los nuevos bonos con derecho de National General.

Scholes, Merton y yo, con otros, estuvimos de acuerdo y compramos estos bonos. Por un tiempo vimos que habíamos hecho lo correcto. Entonces una empresa denominada American Financial anunció una oferta de compra de las acciones de National General. Los términos de la oferta tuvieron el efecto de reducir bastante el valor de los bonos con derecho de compra.

En otras palabras, el mercado sabía algo que nuestra fórmula no reconocía. El mercado sabía que era probable o posible una oferta de compra de ese tipo, y de ahí que los bonos con derecho parecían tener un precio tan bajo. Si bien nuestra inversión no salió muy bien, este hecho nos ayudó a validar la fórmula. El precio de mercado estaba desalineado por una razón muy buena.

Esto también ilustró una regla general. La fórmula y las estimaciones de volatilidad que ponemos en ella siempre están basadas en la información disponible. El mercado siempre tendrá algún tipo de información que afecta el valor de las opciones y los bonos con derecho

que nosotros no tenemos. A veces los valores que proporciona la fórmula son mejores que los precios de mercado; en otras ocasiones, los precios de mercado serán mejores que los valores de la fórmula.

Aprendimos otra regla en nuestro siguiente conjunto de pruebas. Uno de los estudiantes de Scholes disponía de datos acerca de las primas recibidas por los clientes de un broker al lanzar opciones en el mercado abierto (OTC). Los datos cubrían un período de varios años.

Utilizamos la fórmula, con estimaciones simples de volatilidad, para probar las reglas de transacción. Queríamos determinar cuánto dinero podríamos haber hecho si hubiéramos comprado las opciones a aquellos precios que parecían bajos según los valores de nuestra fórmula, y las hubiéramos vendido a los precios que parecían más altos que nuestros valores.

Dejando de lado los costos de transacción, nuestras ganancias parecían ser sustanciales. Como estas eran opciones en el mercado abierto, supusimos que las posiciones se mantenían hasta la expiración. Para reflejar las ganancias y las pérdidas, combinamos cada posición en opciones con una posición en acciones que cambiaba continuamente para crear una cobertura permanente que estuviera cerca de una situación sin riesgo. Las ganancias fueron consistentes, alrededor de 50 centavos por día y por contrato. Sin embargo, los costos de transacción en el mercado abierto de opciones podían absorber fácilmente estas ganancias.

También intentamos suponer que comprábamos las opciones subvaloradas y vendíamos las sobrevaloradas a los valores que nos daba la fórmula, en vez de los precios de mercado. Determinamos pérdidas de alrededor de 50 centavos por día y por contrato. En otras palabras, la fórmula parecía tener alguna información que el mercado no tenía, pero el mercado tenía bastante más información que la fórmula.

Nuestros resultados no significan que uno pierde si utiliza la fórmula para realizar transacciones. Si uno transa a los precios de mercado, obtiene los beneficios de aquello que el mercado conoce. Pero no es una buena idea insistir en realizar transacciones a los valores que da la fórmula. El mercado puede establecer precios que se alejan de esos valores debido a razones que la fórmula no considera.

Más tarde, una vez que el CBOE comenzó a cotizar opciones, Dan Galai escribió una tesis de doctorado en la Universidad de Chicago en la cual hacía pruebas de las reglas de transacción proporcionadas por la fórmula. Dejando de lado los costos de transacción, las ganancias que determinó en las transacciones con opciones cotizadas fueron mucho más grandes que las que habíamos determinado para las opciones en el mercado abierto. Esto se debe a que supuso que una posición en opciones podía cambiarse en cada momento en que comenzaba a estar sub o sobrevalorada.

Por ejemplo, hizo pruebas de la rentabilidad de las posiciones en opciones (*spreads*) que se mantenían continuamente neutrales. Una posición neutra en opciones es una posición larga en una opción combinada con una posición corta en otra opción sobre la misma acción. La posición está cerca de no tener ningún riesgo. Para mantener neutra la posición en opciones uno necesita cambiar la posición larga o la posición corta, o ambas, según cambia el precio de la acción y el tiempo hasta el ejercicio.

Galai cuantificó los valores de la opción utilizando estimaciones simples de volatilidad, obtenidas de los datos pasados del precio de la acción. Consideró sólo precios de cierre de las opciones, pero trató de reconocer algunas de las distorsiones. Supuso que uno decide lo que va a hacer comparando los valores de la opción con los precios de cierre de cada día, y que realiza las transacciones a los precios de cierre del día siguiente. Si los precios de cierre están distorsionados en la misma dirección los dos días pueden sobreestimarse los precios. Pero si sólo es posible realizar transacciones a un precio favorable, y no a cualquier precio del día siguiente, este supuesto subestima las ganancias. Este método también ignora las ganancias que los formadores de mercado pueden hacer al abrir y cerrar posiciones durante un día.

Las posiciones en opciones que Galai consideró involucran la compra de un contrato de la opción subvalorada y la venta de uno o más contratos de la opción sobrevalorada; la cantidad es la que se requiere para mantener neutra la posición. Sin considerar los costos de transac-

ción, la posición promedio en opciones proporcionó consistentemente una ganancia de \$ 4 o \$ 5 por día.

Estos hallazgos parecen ser una forma rápida de hacer dinero. Pero no consideran los costos de transacción, que son especialmente altos para la gente que tiene que pagar comisiones por transacciones pequeñas. Y también supone que las transacciones se realizan a los precios de cierre del día siguiente, un supuesto conservador pero que puede provocar una sobreestimación de las ganancias. Finalmente, Galai estudió el período julio de 1973 a abril 1974. Oportunidades como éstas son más difíciles de encontrar en esta época.

Una razón para este cambio de situación es que quienes realizan transacciones ahora utilizan extensamente la fórmula y sus variantes. La utilizan de tal modo que los precios de mercado habitualmente están muy cercanos a los valores de la fórmula; no obstante, en ciertas situaciones existirían grandes diferencias; por ejemplo, cuando la adquisición de una empresa probablemente reduzca la vida de una opción o un bono con derecho de compra.