

Una nota sobre futuros y opciones

por Ricardo A. Fornero

Profesor Titular de Administración Financiera I
de la Facultad de Ciencias Económicas de la
U. N. de Cuyo

I. Transacciones financieras sobre el futuro

Cuando se comercian activos que pueden no existir para las partes en ese momento las transacciones se ubican en el nivel más enrarecido de la "atmósfera" de los negocios. La variedad de estas operaciones con activos que derivan de otros depende sólo de la imaginación y de la conveniencia de estandarizarlas en algunos mercados.

En tales casos el proceso de ramificación llega a extenderse bastante: un Inversor puede comprar oro, o bien acciones de empresas relacionadas con oro, pero también opciones de compra de estas acciones, y opciones de compra de estas opciones. Y opciones de compra de oro; y oro a futuro, o si no opciones de compra de oro a futuro. Cada una de estas operaciones proporciona un perfil de inversión distinto, cumple distintas funciones en una cartera. Y por supuesto puede efectuarse sólo si en el contexto institucional en que opera el inversor ha sido incluida entre las transacciones existentes. Esto último porque la confiabilidad en tales transacciones es fundamental: los activos (reales o financieros sobre los que se contrata no forman parte material de la operación hasta un momento posterior en algunos casos ni siquiera en ese momento). Como las transacciones se realizan buscando algún tipo de cobertura, debe existir seguridad al menos en los términos contratados.

La forma en que se estandarizan las operaciones influye en su análisis. Son títulos que se crean, y por ende su definición los constituye.

Alcance de estas notas. Mi propósito es realizar una reseña de los distintos aspectos involucrados en los futuros y las opciones sobre activos financieros. Por ello, en primer lugar presento en forma genérica la caracterización de estas operaciones.

Los principales problemas, al menos desde el punto de vista analítico, surgen en la valuación en los títulos especiales. Se han propuesto diversos modelos para tal valuación. Enuncio entonces la función que tienen los modelos, los factores que intervienen en los precios, y cómo son reconocidos en las formulaciones más difundidas.

Esto significa que no desarrollo los detalles de cada una de las formas de valuación, sino más bien la estructura del problema que, de un modo o de otro, pretenden resolver. Intento formar un panorama de la situación existente en el tema.

Tal límite debe ser tenido en cuenta especialmente en el caso de las opciones. Estas presentan una doble problemática conceptual. Por una parte, la propia valuación del instrumento financiero, que veremos puede ser bastante compleja. Por la otra, las derivaciones en la teoría financiera de establecer un paralelo financiero entre el importe nominal del pasivo de una empresa y el precio de una opción de compra del activo que tienen los propietarios de la empresa por ese importe más sus intereses contratados. (Esto lleva a que contratar deudas puede interpretarse como lanzar una opción de compra del activo de la empresa, cuyos titulares son los accionistas).

Estas notas se ocupan sólo del primer problema, la valuación del instrumento. Pretendo examinar los principales aspectos que incluyen los modelos existentes. Es oportuno indicar que ciertas cuestiones relativas a las bases de la propia valuación pueden ser complementadas consultando otras presentaciones (por ejemplo, HORNE, 102/113; BREALEY y MYERS, 477/498; MARCEL, 1/13). Respecto a operaciones de futuros puede consultarse el desarrollo que se realiza en BERGES y ONTIVEROS.

II. Clases de futuros y opciones

Todos los contratos a término consisten en la compra o venta de activos, reales o financieros, en una fecha posterior determinada y a un precio establecido inicialmente. A partir de esto las diferencias surgen por las modalidades de transacción, el alcance de la obligación contratada, y los tipos de cobertura y de operación que proporcionan.

En forma general las operaciones pueden clasificarse del siguiente modo (si bien no existen todas las clases para los diversos activos en los mercados):

OPERACIONES DE CONTADO		
		A plazo
	En firme	
OPERACIONES A TERMINO		A futuro
	Condicionales	A prima (opción)

A continuación comentaré las características de las tres operaciones a término, en especial las dos últimas. (Algunos detalles sobre las diversas operaciones pueden verse en CHAPMAN y VERCHIK, 138/146, MACCHI y otros, 12/20).

2.1 Contratos de futuros

Los futuros sobre activos reales son muy antiguos, aunque sólo en el siglo pasado se organizaron mercado de futuros (Bolsa de Chicago). En general el objeto de tales contratos eran, y son, bienes altamente transados y homogéneos, de origen agrícola, ganadero o mineral. (BERGES y ONTIVEROS, 16).

Sólo a partir de 1972 se formalizan los mercados de futuros de otros activos. En primer lugar divisas, después (1976) activos financieros (bonos y otros), ampliado en 1981 a depósitos en eurodólares. El mercado en Estados Unidos se amplía luego para alcanzar contratos de futuros (en oro, algunas divisas, bonos del Tesoro e índices bursátiles). (En Argentina, por su parte, sólo en 1988 se formaliza un mercado de futuros de divisas).

a) **Características de los futuros.** Los contratos de futuros son una negociación sobre ciertos riesgos, y proporcionan una cobertura frente a variaciones que un participante espera se produzcan en el precio de algún activo. Permiten transar las expectativas opuestas. Se caracterizan por la exigencia (al menos formal) de concluir la obligación contratada. No obstante, ella puede ser anulada con una transacción de sentido opuesto.

Un contrato de futuro implica el acuerdo de una de las partes de comprar a la otra el activo negociado para entrega en una cierta fecha a un precio estipulado; la magnitud del contrato (la cantidad del activo a comprar o vender en el futuro) usualmente se denomina interés abierto (open interest) en el activo. Se dice que el comprador tiene una posición larga (the long position) sobre ese activo, y el vendedor una posición corta (the short position), ya que va a entregar el activo. Cuando el vendedor no posee el activo en el momento del contrato está operando "en descubierto".

b) Operaciones a futuro y a plazo. Los futuros (futures) en activos financieros y divisas se diferencian de las operaciones a plazo (forward) sobre los mismos activos por su modalidad operativa. Interviene en todas las operaciones una cámara compensadora (Clearing House), que establece la magnitud de los contratos, un margen de garantía y a veces precios límite. Sobre ese margen se liquida diariamente la posición de cada parte (ganancia o pérdida), y en base a ella el Interés que corresponde. (BRENNAN, 1986, 214; BLACK).

Por el contrario, en los contratos a plazo la determinación de ganancias y pérdidas se realiza al término pactado. Es decir, el beneficio o la pérdida para las partes se produce de una sola vez, al final.

Adicionalmente los futuros están abiertos no sólo sobre activos que pueden entregarse, sino también sobre elementos que de ningún modo pueden ser objeto de transacción (índices bursátiles, por ejemplo). También los de futuros son mercados en que puede participar el público en general, contrariamente a los mercados a plazo. En éstos la finalidad es realmente la cobertura y muchas veces se negocia sólo entre instituciones. En los futuros existen mecanismos operativos para brindar seguridad en las transacciones, y predomina el motivo de especulación (lo cual se advierte en el hecho que una fracción muy pequeña de los contratos concluyen con la compra o la venta de los instrumentos correspondientes; en general se cancelan con contratos de signo opuesto). (BERGES y ONTIVEROS, 19/25).

En definitiva, sobre bienes, divisas y títulos de deuda las transacciones pueden ser al contado, a plazo o a futuro. Sobre índices bursátiles pueden realizarse operaciones de futuro. Según los contextos existirán todas o algunas de estas variedades, con diversos requisitos operativos (magnitud estándar del contrato, márgenes, precios límite para las transacciones, etc.).

2.2 Contratos de opción

También en el caso de las opciones los contratos sobre activos reales son muy antiguos, pero sólo en fecha reciente se han generalizado operaciones de opción sobre otro tipo de activos, especialmente acciones (1973, Bolsa de Chicago). Desde 1986 en Argentina existen estas operaciones sobre títulos. (En los países sajones el nombre habitual es "opción" (option) y en los países latinos usualmente se denominan "operaciones a prima"; en el primer nombre se hace referencia al objeto del contrato, y en el segundo al precio del mismo). Los contratos de opción se diferencian de los contratos de futuro en la voluntariedad de llevar a cabo la transacción final. Esta es justamente el centro de este contrato: se transa la opción de ejercer o no la compra (call option, opción de compra, operación a prima de compra) o la venta (put option, opción de venta,

operación a prima de venta) de un determinado activo. (En los contratos de futuro la operación debe llevarse a cabo, o bien hay que cerrarla con una operación de sentido contrario).

a) Elementos de una opción. En la opción existe un activo subyacente (underlying asset, también llamado originario, o primitivo), un precio de ejercicio al cual puede realizarse la compra o la venta de ese activo, una fecha de ejercicio, y una prima por ese derecho (que es el precio de la opción).

También en este caso cuando la parte que (eventualmente) debe entregar el activo no lo posee en el momento inicial se habla de operaciones en descubierta. El vendedor eventual está cubierto cuando efectivamente tiene en su poder el activo sobre el que negocia (lo cual veremos que no siempre es materialmente posible).

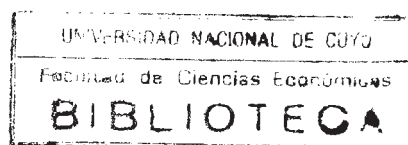
La decisión de ejercer o no el derecho depende del precio del activo en la fecha correspondiente. En el caso de las denominadas opciones europeas el ejercicio sólo puede hacerse en la fecha estipulada. Las opciones llamadas americanas implican el derecho de ejercicio en cualquier momento hasta la fecha en cuestión. (Esta es la modalidad existente en Argentina).

Las opciones permiten el arbitraje entre precio del activo hoy y precio esperado. El mismo produce un precio para la opción a un cierto precio de ejercicio. Se han propuesto diversos modelos con los factores que intervienen en ese precio.

Como resumen inicial podemos establecer las relaciones de los factores mencionados con el precio de la opción en cada momento. En el cuadro siguiente (ROSS y WESTERFIELD, 516) las indicaciones (+) significan variación esperable del precio de la opción en el mismo sentido que el cambio en el factor correspondiente; la indicación (-) implica una variación contraria.

Factor	Opción de	
	Compra	Venta
Precio del activo	+	-
Precio de ejercicio	-	+
Plazo hasta fecha de ejercicio	+	+
Variabilidad en precio del activo	+	+
Tasa de interés	+	-

b) Diversos activos para opción. El activo subyacente, como vimos, puede ser real o financiero. En los mercados más desarrollados existen opciones no sólo sobre títulos sino también sobre divisas, e índices bursátiles; además, opciones de compra o venta de contratos de opción (GESKE), con lo



cual existe una doble derivación del contrato (opción compuesta, compound option).

Por otra parte, se han formado mercados para las opciones tanto de transacciones de contado en la fecha de ejercicio, como de transacciones de futuros en esa fecha. Esto significa opciones de compra o de venta de contratos de futuros (en títulos de deuda). "Es interesante advertir que tres instrumentos financieros como son los futuros sobre el índice de la Bolsa de New York, las opciones para ese índice, y las opciones para los futuros sobre tal índice, se negocian en el mismo lugar (New York Futures Exchange). Esto proporciona una importante contribución a la eficiencia de esos mercados". (BRENNER & OT, 1303).

c) Protección con opciones. Las opciones permiten graduar el riesgo de una inversión financiera. Su combinación proporciona perfiles más flexibles para formar carteras de inversión según las características valoradas de rendimiento esperado y riesgo admisible.

En última instancia, con opciones puede llegarse a una posición protegida (hedged), es decir, sin riesgo. Se pueden establecer dos formas básicas de protección:

1- El caso más comentado es la cartera formada con la compra del título y el lanzamiento de tantas opciones de compra de ese título como sea necesario para compensar la variación en el precio esperado en el período. Es lo que se llama una posición larga en acciones y una posición corta en opciones de compra. Al fin del período se espera ganar la tasa de rendimiento del título de mínimo riesgo disponible en el mercado.

2- El caso inverso es la venta del título y adquirir la titularidad de tantas opciones de compra como se requiera para compensar la variación mencionada. Esto es, una posición larga en opciones y corta en acciones. En este caso se está protegiendo respecto a la tasa de interés para préstamos.

Hay otras estrategias de inversión que pueden considerarse mezclando títulos y opciones, veremos algunas más adelante, al examinar las condiciones de valuación (3.1.c.). Su posibilidad y efectividad dependen de la eficiencia del mercado. La protección consiste en un rendimiento sin riesgo sobre la inversión efectuada.

Por ejemplo, si el precio del activo aumenta el valor de las opciones de compra lanzadas (protección 1) aumenta para el poseedor de la opción; es decir que el lanzador (tenedor del activo) ve compensado ese mayor valor por la diferencia entre el precio del activo y el precio de ejercicio. La protección lo

es para las variaciones en el precio del activo, y existe para una cierta proporción activo-opciones en la cartera.

Se obtiene una posición protegida frente a un recorrido esperado del precio del activo (una distribución de sus variaciones); y la protección se mantiene en la medida que se ajusten las proporciones ante los cambios que se produzcan. En un mercado relativamente eficiente es posible ajustar la protección continuamente, para compensar las variaciones de precios.

Al igual que una posición protegida en futuros (operaciones a futuro de signo inverso) esto le resta emoción al juego (es como apostar la misma cifra a la ocurrencia de dos eventos mutuamente excluyentes). Sólo con precios no totalmente ajustados existirá un rendimiento superior: tal cosa es lo que justifica estas posiciones, que en equilibrio resultan neutras.

La eficiencia del mercado en este sentido condiciona que los eventos mutuamente excluyentes sean sólo esos dos: el cambio en el precio de la acción se ve compensado por las opciones y los ajustes de cartera requeridos para mantener la protección. Es decir, cambios en el precio de mercado de las opciones.

Una menor eficiencia lleva a un período de ajuste relativamente largo, o puede inhibir ciertos cambios de cartera por ser muy costosos. Es decir, existen más que esas dos posibilidades en la apuesta hipotética, y por ende oportunidades de ganancia (y de pérdida) por diferencias de información.

d) Opciones y futuros: equivalencia. Se advierte fácilmente que un contrato de futuro equivale a una operación combinada de opción de compra y venta, sobre el mismo activo, con un mismo vencimiento y precio de ejercicio. El comprador de una opción de compra y vendedor de una opción de venta, ambas con esas características, concluirá la operación con el activo en cuestión en su poder.

En efecto, pensemos que es conveniente ejercer la opción de compra cuando el precio del activo a la fecha de ejercicio es mayor que el estipulado para la opción, y es conveniente ejercer una opción de venta cuando el precio del activo es inferior al contratado en la opción. En estas condiciones, se producirá un ejercicio de las opciones entre los participantes, que implica siempre que el activo queda en manos del comprador de la opción de compra y vendedor de la opción de venta simultáneas.

Este es otro ejemplo de los efectos que producen las combinaciones de opciones. Las posiciones protegidas se basan en relaciones de equivalencia similares. Diversos contratos pueden entenderse como otras combinaciones,

con opciones de compra y de venta. (ROSS, 1976).

III. Valuación de futuros y opciones

Al enfrentar estos contratos la preocupación teórica y empírica se centra en identificar los elementos que influyen en los precios. Existe una gran cantidad de estudios, que han perfilado los principales factores que intervienen en el proceso.

3.1 Modelos de valuación

De un modo u otro los modelos desarrollados consideran una situación de equilibrio en los mercados, e incluyen diversos supuestos respecto a preferencias y expectativas. Esta condición implica que ya se han producido todos los cambios, y no existen oportunidades de obtener beneficios por arbitraje entre activos.

A partir de esto los modelos proporcionan un precio del contrato de futuro o de opción que debería ser el prevaleciente si en efecto la situación es de equilibrio. Las diferencias con los precios reales configuran justamente a las oportunidades de transacción con beneficios.

a) El papel del arbitraje. El arbitraje entre mercados financieros es un principio general de la economía financiera; existe arbitraje cuando se toma una posición en un mercado financiero y simultáneamente otra equivalente, que se espera más favorable, en otro mercado.

El arbitraje existe ante la perspectiva de obtener beneficios por encima del promedio, durante los procesos de ajuste entre los distintos mercados. Debemos pensar que todos utilizan las oportunidades disponibles para estas transacciones (o, al menos, que existe un número tal de especuladores que sea suficiente para que los mercados se ajusten). Es claro que no siempre se materializan ex-post estos beneficios esperados.

El proceso de arbitraje fundamenta de distinta manera los modelos de comportamiento de mercados financieros, y por ello también los establecidos para precios de futuros y opciones.

Las consecuencias de ese arbitraje se enuncian de diversos modos. Uno de ellos es el argumento ya comentado, según el cual "una inversión sin riesgo no debe generar más rentabilidad que el tipo de interés libre de riesgo" (BERGES y ONTIVEROS, 57).

Esta es una condición de no-arbitraje, en el sentido que establece una situación de los mercados en la cual han desaparecido las posibilidades de obtener, sólo con transacciones financieras, beneficios por encima del promedio. El modelo establece los precios que resultan cuando ya no quedan oportunidades de arbitraje. Descansa sobre esa cualidad que mueve a los especuladores.

Para el modelo del mercado el tumultuoso torrente de los negocios financieros desemboca en la tranquila laguna del no-arbitraje; el modelo es un cuadro de esa laguna, y un modelo se diferencia de otro por los colores matemáticos que utiliza para formar la figura.

Hay otras formas para esta condición. La "ley de un solo precio" establece que dos activos financieros que ofrecen pagos idénticos en todos los estados futuros tienen el mismo precio. La característica de rendimiento nulo de una inversión nula indica que si la inversión neta es cero (por ejemplo, cuando se financia una erogación para compra de títulos con un préstamo) el rendimiento es cero.

En mercados relativamente eficientes el arbitraje lleva al cumplimiento de estas afirmaciones. El mercado está en equilibrio porque se han producido todas las transacciones que los participantes consideraban como generadoras de beneficio. Si miramos esto desde otra perspectiva, todos los inversores tienen una conducta tal que los precios son el resultado de sus demandas agregadas, al haberse "implado el mercado" con esos precios.

b) Dos encuadres para los modelos. Existen dos formas básicas de introducir estos hechos en los modelos de valuación. (Puede verse STAPLETON y SUBRAHMANYAM, 208/929).

1- Tomar como punto de partida una posición sin riesgo (protegida), y buscar el activo equivalente que tenga precio conocido.

2- Incorporar la restricción de preferencias de los inversores frente a riesgo y rendimiento, esto es, retroceder a las funciones de comportamiento que se reflejan en el mercado.

Con ambas se busca establecer una relación de valuación neutral frente al riesgo (BRENNAN, 1976).

La posición protegida se basa exclusivamente en el arbitraje, es decir, transacciones continuas con los activos (títulos básicos, futuros y opciones). Quien tome una posición, con transacciones puede reducir, y hasta eliminar, el riesgo de la cartera. Por el argumento enunciado, cuando todos utilizan las oportunidades de beneficio que perciben, hasta agotarlas, una cartera que con-

siste en una posición totalmente protegida sólo puede proporcionar el rendimiento libre de riesgo.

Hemos encontrado el activo equivalente (el título de menor riesgo del mercado) para la cartera resultante de estrategias de inversión de riesgo nulo. Como tal activo es conocido se determina el precio de los componentes, bajo ciertas condiciones de información y de generación de los valores de la variable (el precio final del activo básico).

Sin embargo, no siempre son posibles las transacciones en la forma continua implícita en este esquema; si el mercado, por ejemplo, está abierto sólo al inicio y al fin de un determinado período. A veces la protección es muy difícil de formar; tal es el caso cuando intervienen varios activos (y no sólo un activo principal y uno relacionado); o cuando las variables exógenas son los flujos de fondos (que no son transables directamente) más que los valores finales.

Esto significa que la formación y el mantenimiento de una posición protegida en los términos anteriores es un artificio de los modelos de valuación. Tal protección puede estar sujeta a otras condiciones que exceden el marco del arbitraje continuo.

Para estos casos debe recurrirse a la postulación y agregación de preferencias frente a riesgo y rendimiento, estableciendo las condiciones de equilibrio del mercado. Estas restricciones cumplen en el modelo el mismo papel que la protección con riesgo nulo en el otro enfoque.

Ambos encuadres tienen sus problemas en los modelos que se desarrollen. Transcribo algunos comentarios sobre sus características, que permiten matizar lo indicado antes. (ROSS, 1987, 30) "El aparato de la demanda y la oferta, y las nociones derivadas de equilibrio, permanecen como los principales instrumentos de la economía. Es un enfoque que el economista utiliza para desarrollar intuiciones sobre situaciones tan dispares como las tenencias de dinero del público y el funcionamiento de los mercados dominados por dos oferentes".

"El texto de economía de Paul Samuelson tiene la siguiente contribución anónima: 'Usted puede transformar un loro en un economista político basta que aprenda dos palabras, oferta y demanda'".

"En contraste, la intuición de las finanzas neoclásicas es algo diferente. El centro de las finanzas es micro teórico, y la intuición es una situación en que ya no hay arbitraje. Para hacer del loro un economista financiero sólo necesita aprender la palabra no-arbitraje".

"Las curvas habituales de demanda y oferta en la economía competitiva están afectadas por el supuesto tradicional de que los otros precios permanecen constantes. En las finanzas neoclásicas las curvas de demanda resultantes son horizontales y perfectamente elásticas, y las de oferta son perfectamente elásticas o inelásticas según sea el problema que se estudia".

"A diferencia de lo que ocurre cuando las elasticidades están dentro de rangos normales, todo lo interesante está por debajo del cuadro de oferta y demanda, y así el cuadro es poco significativo".

"Las fuerzas de oferta y demanda no tienen significado, ya que si el precio no es de equilibrio la diferencia entre oferta y demanda es infinita. Esto es precisamente aquello que se indica como una situación de arbitraje, y como es cualitativamente distinta del esquema usual de oferta y demanda del economista requiere un enfoque diferente".

"Las curvas de demanda son perfectamente elásticas porque el supuesto implícito es que los mercados financieros se forman con activos que son sustitutos cercanos entre sí".

c) Estrategias de protección postuladas. Para la construcción de los modelos basados en protección es posible considerar diversas estrategias de inversión. Vimos algunas en el caso de opciones, que forman la protección con una inversión positiva.

También pueden establecerse para los modelos estrategias de inversión nula. Con esto se determina el precio que hace cero el rendimiento, según la condición de arbitraje comentada. Por ejemplo, en futuros podemos considerar estas posiciones: (BERGES y ONTIVEROS).

1- Futuros en tasas de interés: vender un pagaré con plazo (n), utilizar el importe de la venta para comprar pagarés de plazo menor (m), y contratar una compra futura de un pagaré a (n-m) días, en el momento (m).

2- Futuros de índices: comprar una cartera de acciones con proporciones iguales a las del índice, financiar la compra con la venta de letras del Estado a plazo (n) (deuda a n días), y vender el índice a futuro a (n) días.

Para opciones puede procederse con estrategias de cero riesgo y cero rendimiento de la siguiente forma: (GILSTER y LEE)

1- Tomar una posición larga en acciones financiadas con un préstamo, y una posición corta en opciones de compra.

2- Tomar una posición corta en acciones, prestar el dinero, y comprar la

titularidad de opciones de compra (posición larga).

Vemos también que con dos de estos activos puede duplicarse el efecto del tercero en la cartera. La posición protegida básica (2.2.c) implica establecer una posición larga en acciones con una posición corta en opciones, con el mismo efecto de un bono del Estado (título de mínimo riesgo).

La inversión en una acción, por su parte, tiene su perfil equivalente en una cartera compuesta de opciones sobre esa acción, y un título de mínimo riesgo. Y así pueden formarse otros conjuntos de inversiones "replicantes", que son equivalentes en sus características de riesgo y rendimiento si se produce un ajuste continuo en su combinación. Las condiciones de arbitraje indican que tales conjuntos serán efectivamente iguales en el límite de funcionamiento del mercado.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que las protecciones simples de inversión positiva y riesgo nulo vistas en 2.2.c, así como las complejas de inversión nula ejemplificadas, sólo son útiles para la construcción de modelos si realmente pueden obtenerse en los hechos. Esto requiere condiciones de alta eficiencia de los mercados (en especial, que no existan barreras importantes de entrada y salida, diferencias significativas en tasas de interés activas y pasivas, etc).

Si esto no ocurre, los factores que sin duda están influyendo en la conducta de los inversores no son aceptados en el modelo. Por ende, los precios calculados no cumplen su papel indicador. Y las carteras accesibles que efectivamente proporcionan los grados de protección buscados serán distintas a las que fundamentan los modelos.

Finalmente. Veremos que en los modelos es preciso atribuir algún comportamiento a las variables principales. En un mundo con incertidumbre ésta debe tener su lugar en el esquema. Es justamente esta incertidumbre la que origina la variedad de instrumentos disponibles. No siempre es fácil, sin embargo, reconciliar el tratamiento de estas variables para instrumentos en los cuales desempeñan un papel distinto. La tasa de interés puede considerarse que se conoce con certeza en ciertos modelos; pero la incertidumbre sobre ella es el elemento impulsor de otros instrumentos.

En definitiva, los diversos modelos proporcionan una guía de las relaciones entre las diversas variables. Es claro que plantean el compromiso entre utilización (donde juega la cantidad de elementos a prever) y exactitud (que depende de la inclusión de todos los elementos relevantes). Son muy frecuentes los modelos demasiado exigentes en la previsión de variables: son más exactos en cuanto a su resultado potencial, pero imprecisos debido a estas

previsiones.

3.2 Valuación de futuros

a) Precio de activos a futuro. Las operaciones de futuros resuelven por definición la incertidumbre respecto al precio del activo al que se concretará la transacción. Esto implica que los elementos conocidos en el momento de la operación son:

- A = precio actual al que se negocia el activo
- F = precio futuro del activo para la transacción
- n = fecha en que se realizará la operación
- I = tasa de interés actual para operaciones financieras con un plazo igual (n)

De modo elemental el precio a futuro puede equipararse al precio a plazo (P), el cual se determina de la siguiente forma:

$$P = A (1 + I^*)$$

donde I^* es la prima por el plazo contratado, que puede ser mayor, menor o igual que la tasa I para igual plazo.

La diferencia entre el precio P y el precio del activo en el momento (n) será el resultado de la operación. En estas condiciones ella se realizará principalmente si la variación esperada del precio contado, del activo en el momento (n) respecto al vigente en el momento actual supera la prima por plazo. O bien, si se espera un rendimiento por el arbitraje mediante préstamos entre el mercado financiero y el de futuros (diferencia $I ; I^*$).

b) Operaciones a plazo y a futuro. Se puede pensar también en un arbitraje entre una operación a plazo y operaciones de futuro en las cuales intervengan las tasas de interés vigentes en cada momento. Si consideramos J subperíodos, y cada uno con una tasa de interés r_j , la operación de futuro originaría un diferencial de la operación a plazo según la correlación entre los valores de esas operaciones de futuros (F_j) a cada fecha j y la tasa de interés en esos momentos. (COX y otros, 332).

En definitiva, el precio de futuro F será:

$$F = A (1 + I^*) + \emptyset$$

donde \varnothing es el factor (mayor o menor que 0) que reconoce tanto los precios de futuro esperados en cada período del plazo (0, n), como la correlación esperada entre esos precios y las tasas de interés del mercado financiero. Cabe destacar que entre esos precios de futuro existirá un F_n que es igual al precio del activo en el momento (n), con lo cual se incluye este último en el esquema.

Por ejemplo, una expresión analítica para \varnothing puede ser la siguiente, donde la covariancia se establece entre variaciones porcentuales de F y de r (COX y otros):

$$\varnothing = (1 + i) \int_0^n F_x \text{Cov} [F_x ; (1 + r_x)^{-1}] dx$$

De este modo, la relación entre el precio de futuro de un activo y el precio de contado que se espera en la fecha estipulada del contrato de futuro es compleja. Ella depende de:

- las características específicas de los mercados (tanto de futuros como de los activos correspondientes, sea en regulaciones, sea en variables que intervienen en el comportamiento de los precios);
- el grado de incertidumbre existente y las expectativas que forman los participantes; y
- las posibilidades de arbitraje (que introduce en el problema los determinantes de la estructura temporal de las tasas de interés).

Existen tanto hipótesis que afirman que el precio de futuro es menor que el precio esperado de contado como las que establecen una relación inversa.

c) Otras características. Es claro que la forma concreta de las expresiones anteriores depende de las características contractuales de los tipos de activos (en nuestro caso financieros) sobre los que se realicen las operaciones de futuro (divisas, tasas de interés vía títulos de deuda, índices bursátiles, etc).

Tales características también determinan la flexibilidad que pueda existir en la forma de cumplir el compromiso de futuro. Una posición corta (vendedor) será más o menos valorada según el rango en que puedan variar las características de la especie a entregar en la fecha estipulada (por ejemplo, bonos de distinta fecha de maduración). Esta variabilidad permite aprovechar las posiciones relativas de esos activos similares en las fechas próximas a la de cumplimiento. (GAY y MANASTER, 1984, 1986).

El mercado de futuros, finalmente, es equiparable al mercado monetario, por las tasas reales y monetarias implícitas, las posiciones de ambos participantes en una operación, las reservas y las coberturas (TELSER). Por esto, en su interpretación es aplicable también el enfoque de preferencia de estado (time-state-preference) que pondera en las decisiones del Inversor tanto la utilidad por el momento en que se concreta el resultado de la operación como por el "estado del mundo" que prevalece en ese momento. (Puede verse HIRSHLEIFER; DEBREU, 125-130).

3.3 Valuación de opciones

a) Condiciones iniciales para valuación. Los contratos de opción son un derecho de ejercer una compra o una venta del activo negociado a un precio estipulado. Su valor depende de la relación que exista en el momento de ejercicio entre el precio del activo y el precio de ejercicio. En cualquier otro momento ese valor (precio de la opción) depende de las expectativas sobre el precio del activo en la fecha de ejercicio. Tenemos así:

- A = precio actual del activo
- K = precio de ejercicio de la opción
- n = fecha en que (o hasta la cual) puede realizarse la opción
- I = tasa de interés vigente para operaciones de corto plazo.

Con estos elementos, el valor calculado C de una opción de compra del activo en el momento actual será:

$$C = A - \frac{K}{(1 + I)^j} - \phi$$

donde j es el número de períodos en que se divide el intervalo (0,n), consistente con la expresión de I, y ϕ es un factor de corrección que depende de los rendimientos que se espera se paguen por el título antes de ejercer la opción.

La magnitud de este factor ϕ resulta 1) del tipo de rendimiento (por ejemplo, dividendos) y su efecto sobre el precio del título; 2) de las características de la opción, "europea" o "americana". Recordemos que en este último caso la opción puede ejercerse en cualquier momento del intervalo (0,n). Por esto, la elección del momento de ejercicio, y por ende el valor de esa opción, depende tanto de los rendimientos esperados del título como de la magnitud del interés sobre el importe que debe destinarse a la operación al ejercer el derecho (en el plazo entre ese momento y la fecha final de ejercicio posible). (Al-

gunos comentarios sobre el efecto dividendos pueden verse en SMITH; para opciones americanas véase GESKE y JOHNSON ; BARONEADESI y WHALEY).

En la expresión anterior está implícita una evolución del precio del activo similar a la tasa de mercado (i), y refleja el importe a invertir en títulos de mínimo riesgo para cubrir el precio de ejercicio.

El precio calculado es el mínimo posible para la opción. La opción tiene un valor positivo toda vez que el precio de la acción sea superior al precio de ejercicio; cuando esto no ocurre su precio debería ser 0. Sin embargo, el precio de mercado de la opción resulta de las expectativas sobre el comportamiento del precio de la acción, y depende de 1) la variabilidad del mismo, y 2) la posibilidad que proporciona la opción de obtener una acción sin efectuar un desembolso en este momento.

Según vimos, es importante establecer las relaciones entre estos determinantes, a fin de contar con un indicador del precio de mercado resultante de aquellos factores que se conocen. La relación entre tal precio y el precio efectivo de mercado muestra la posibilidad de obtener beneficios o transacciones, es decir, cambios en la posición de inversión (arbitraje).

Es posible llegar a expresiones más complejas considerando el comportamiento del activo subyacente. La primera formulación consideró un cambio totalmente aleatorio del precio del activo (en términos físicos es un movimiento browniano, fortuito y sin regularidades promediables), con una posición protegida consistente por acciones y títulos, y en mercados eficientes que posibilitan el ajuste continuo de esa protección. "El costo de esta posición equivale a la opción, debe ser igual al valor de la opción".

Tal es el conocido esquema de BLACK y SCHOLES en tiempo continuo basado en una distribución logarítmica normal para una opción de compra "europea":

$$C = A N(b_1) - e^{-iK} N(b_2)$$

donde b_1 y b_2 son variables logarítmicas que reconocen la fluctuación del rendimiento del activo en el plazo de vigencia de la opción y la tasa de interés durante ese plazo, la cual no es variable aleatoria en el modelo. (Una descripción más detallada de este modelo puede verse en HORNE, 113/118).

Vemos que los dos términos son similares a la expresión inicial, modificados para reflejar los cambios en el precio de la acción y por ende la probabilidad que sea distinto al precio de ejercicio. También puede agregarse

en este caso el efecto de los rendimientos en efectivo esperados (ϕ) en el intervalo $(0, n)$.

(Como aclaración, la distribución logarítmica normal es muy utilizada en los modelos por sus propiedades estadísticas: su manejo es sencillo (ya que es una transformación de la distribución normal), todos sus valores son positivos, y es asimétrica hacia los menores. Estas propiedades son teóricamente muy aceptables para reconocer el comportamiento de precios).

Se obtiene un indicador más preciso del precio esperado de la opción. Y esto porque se reconocen con más detalle los elementos que afectarán el valor entre el momento del cálculo y la fecha de ejercicio. El precio de la opción se calcula en función del precio esperado de la acción, es decir, precio actual más variaciones probables. Estas se consideran directamente asociadas a la volatilidad del rendimiento, puesto que la magnitud del rendimiento ya está reflejada en el precio inicial, y se suponen mercados financieros eficientes.

b) Elementos de la valuación. En esta formulación básica existen varios aspectos que han sido objeto de revisión, con una mayor complejidad matemática de las expresiones. Implican mayor apertura de las variables intervinientes, las que deben ser objeto de previsión.

Vimos que, además de los componentes básicos del contrato, la valuación con el esquema de BLACK y SCHOLES requiere:

1 - La formación de una cartera "replicante", compuesta por acciones y títulos sin riesgo en las proporciones requeridas para que su rendimiento sea similar al de una opción sobre las acciones.

2 - El ajuste continuo de esa cartera para que se cumpla la condición de no-arbitraje. De esto surgen básicamente dos consecuencias.

3 - Primera consecuencia: la valuación es correcta cuando no existen costos de transacción.

4 - Segunda consecuencia: esa valuación no muestra condiciones realistas cuando las oportunidades de transacción no permiten el ajuste permanente, sino que se producen en períodos discretos.

5 - El precio del activo objeto de la opción debe responder a un proceso aleatorio con movimientos totalmente al azar (el esquema browniano mencionado).

6 - La tasa de interés de corto plazo se conoce con certeza durante la vigencia de la opción.

Es interesante comentar rápidamente algunas alternativas frente a estos supuestos.

c) El argumento de arbitraje. Ya vimos (3.1.b) que la alternativa a la valuación basada en arbitraje consiste en establecer los componentes fundamentales del valor, y proceder mediante agregación de preferencias. El argumento de arbitraje está presente en la posición protegida implícita (con rendimiento igual al del título de menor riesgo del mercado), así como en la réplica de un título determinado con una cartera que se adapta según las circunstancias del mercado para mantener la paridad.

El arbitraje no se mantiene como esquema de valuación si se reconoce la existencia de costos de transacción. "Formalmente el argumento de arbitraje utilizado por Black-Scholes para valorar opciones no puede aplicarse con mucha amplitud: no establece límites efectivos para el precio de la opción, ya que la réplica de ésta con una estrategia dinámica puede ser infinitamente costosa" (LELAND, 1283).

Cuando existen costos de transacción se limitan las revisiones en el período de vigencia de la opción, y entonces la cartera no siempre es una exacta réplica de las características de la opción. Adicionalmente, deben considerarse condiciones de tiempo discreto, más que continuo.

Se han propuesto así modelos que reconocen esta limitación, basados en una revisión acorde con la magnitud y grado de variabilidad de los costos de transacción, en intervalos internamente definidos, y con ambas modalidades del argumento (LELAND; GILSTER y LEE).

La posición más cercana al modelo inicial consiste en ajustar el precio de la opción según el costo de transacción, a fin de equipararlo al rendimiento del título de menor riesgo (posición protegida). También pueden considerarse los costos de transacción como una mayor volatilidad del precio del título en el período de la opción: recordemos que los costos de transacción aumentan el precio neto de compra y disminuyen el precio neto de venta.

La valuación con un esquema de tiempo discreto reconoce de modo más preciso las condiciones reales de transacción. Se aleja del modelo inicial, ya que utiliza consideraciones de equilibrio más que de arbitraje (el cual no puede intervenir de modo pleno). Con esto se revisan los límites de fluctuación del precio de la opción en condiciones de equilibrio.

Recordemos que estos límites son por un lado el precio del activo (ya que una opción nunca tendrá un precio superior a éste) y por otro el precio calculado según la expresión inicial (3.3.a). Los modelos de tiempo discreto hacen

más estrechos los límites entre los que fluctúa el precio, al agregar nuevas condiciones.

Son modelos que requieren más información, basados en estructuras sencillas de preferencias. Se han propuesto modelos para mercados con distinto grado de eficiencia y distintos intervalos de transacciones posibles (PERRAKIS y RYAN; RITCHKEN y KUO).

d) Formas del proceso aleatorio. La forma planteada para el proceso aleatorio del precio del activo originario (comportamiento totalmente al azar) es la más sencilla; pero como es muy posible que no represente la situación prevaleciente produce diversos errores en la determinación del valor de la opción. Esto significa que no muestra el precio de equilibrio de la opción y por ende la sobre o la subvaluación implícita en los precios vigentes en cada momento.

Para resolver este problema se pueden utilizar tres caminos (JARROW y RUDD):

1 - Proponer otros procesos de evolución del precio del activo (distribuciones con solución analítica).

2 - Estimar la distribución que rige esa evolución y resolverla con integración numérica.

3 - Aproximar la distribución subyacente en el proceso con distribuciones tratables analíticamente, estimando las diferencias entre los momentos de ambas.

El primer enfoque es aplicado por COX y ROSS, GESKE, RUBINSTEIN, en general agregando variantes a la distribución habitual (comportamiento discreto de algunas variables, variables adicionales como dividendos, endeudamiento, etc.). También se han propuesto procesos binomiales de dos o más variables aleatorias, en los cuales la valuación no se basa en consideraciones de arbitraje, sino de agregación (según vimos en 3.1). (STAPLETON y SUBRAMANYAM, 1984b)

El segundo introduce diversas complejidades para determinar el precio de la opción a partir de los momentos estadísticos de la distribución subyacente. Porque no siempre puede determinarse el precio a partir de la medida empírica de las propiedades estadísticas de la distribución.

"En muchos problemas de valuación la distribución subyacente es en sí misma una convolución de otras distribuciones. Por ejemplo, la valuación de una opción en una cartera donde los títulos componentes se distribuyen de

modo logarítmico normal" (JARROW y RUDD, 348)) (En el enfoque de RUBINSTEIN la distribución del precio de la acción es una convolución de las distribuciones de los componentes del activo de la empresa).

El tercero consiste en la determinación de factores de ajuste respecto a una distribución conocida. Por ejemplo, puede corregirse el modelo de Black y Scholes incorporando ajustes por las diferencias entre la variancia, la asimetría y la curtosis de ambas distribuciones. (JARROW y RUDD, 353/358). Se pretende con esto utilizar la información parcial que puede estar disponible sobre las características de la distribución "verdadera", en un cálculo de precio realizable con técnicas analíticas (es decir, sin recurrir a Integración numérica, con sus problemas inherentes).

e) **La tasa de interés.** Que la tasa de interés para el periodo restante de la opción se conozca con certeza es una afirmación un poco fuerte. En efecto, si tal fuera el caso no habría lugar para las transacciones de futuros que tienen por objeto justamente la tasa de interés (futuros de títulos de deuda). Para tratar de modo común ambos tipos de operaciones debemos agregar esta otra variable aleatoria.

Por otra parte, generalmente está implícita la similitud de las tasas de prestar y tomar prestado (activa y pasiva). Si, como es frecuente, existe diferencia entre ambas, aparece en el análisis la distinción de dos posiciones protegidas significativas para entender el precio de la opción: una protección de inversión y una protección de endeudamiento. "Si la protección consiste en una posición larga en acciones y una posición corta en opciones de compra, requerirá una inversión neta que ganará la tasa libre de riesgo (Investment hedge). Si la protección consiste en una posición larga en opciones de compra y corta en acciones, ofrece fondos que costarán la tasa de préstamo (borrowing hedge)." (GILSTER y LEE, 1215)

En ambos casos la protección abarca como límite teórico la tasa del título de menor riesgo (activa o pasiva). Es claro que tendremos dos precios calculables en el modelo, aunque existirá un solo precio de transacción en el mercado.

"Si los costos de transacción son mayores que la diferencia entre la tasa de prestar y tomar prestado el precio de la opción al cual una inversión protegida gana la tasa libre de riesgo (neta de costos de transacción) será más alto que el precio de la opción al cual una deuda protegida cuesta la tasa de tomar prestado (neta de costos de transacción). Entre estos dos precios de la opción ajustados por costos de transacción existirá una tierra de nadie en la cual los precios serán demasiado bajos para que una protección inversora com-

pita con el rendimiento de las letras del Estado, y demasiado altos para que una protección de endeudamiento compita con otras formas de deuda".

En la situación Inversa (costos de transacción menores que la diferencia de tasas) "cualquier precio de la opción entre los dos precios ajustados por costos de transacción puede usarse para formar una protección de Inversión que gane más que el rendimiento ofrecido por las letras del Estado, mientras que puede usarse simultáneamente para formar una protección de endeudamiento cuyos costos son menores que la tasa de pedir prestado. Este es, en efecto, el menor costo social de la intermediación financiera -un agujero negro financiero." (GILSTER y LEE, 1216).

IV. Comentario final

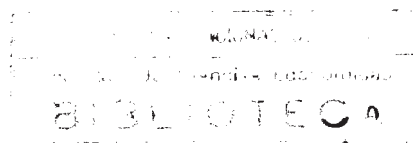
La revisión de formas relativamente recientes de transacciones financieras muestra la variedad de condiciones que requiere su tratamiento teórico. Parece oportuno volver sobre los dos aspectos que he pretendido resaltar: las estrategias de Inversión con futuros y opciones, y las características de los modelos que intentan reflejar tal comportamiento.

a) Protección. Estas operaciones son funcionales tanto para la cobertura (por transferencia) de riesgos, como para la especulación. Es justamente esta última figura la que en muchos casos posibilita la cobertura requerida por algunos participantes en el mercado. En conjunto permiten un funcionamiento más fluido del mercado, un mayor grado de eficiencia de los mercados.

Son también una forma de canalizar las conductas de juego de azar; esta es la tercera figura que existe en los mercados financieros. En muchos casos promueven la multiplicación de transacciones con resultado teóricamente equivalente. Pero sabemos que, en los hechos, esta equivalencia no es tan automática: los mercados permanentemente se ajustan con las transacciones, y en estos procesos de distribución de Información aparecen las oportunidades de beneficio.

Las posiciones combinadas de activos cumplen un papel teórico: establecer modelos que aproximen los precios esperables. Pero también proporcionan, en forma instrumental, una mayor cantidad de alternativas de Inversión, y con esto más posibilidades de definir con mayor exactitud el perfil rendimiento-riesgo de una cartera desde la perspectiva del Inversor.

En el extremo tenemos las replicas de cualquier cartera por medio de combinación de opciones. De ahí comienzan a desgranarse las distintas formas de protección implícita en una cartera con títulos básicos, futuros y activos



derivados. Estos últimos, que son derechos contingentes, requieren más atención del inversor, y a cambio proporcionan intervalos de ajuste de rendimiento-riesgo más estrechos, según el rendimiento requerido para las inversiones, la posición frente al riesgo y la información disponible para el inversor.

b) Modelos. Los modelos que se proponen para interpretar el proceso de valuación de estos instrumentos reconocen alternadamente unos u otros de los elementos que intervienen. Las complejidades inherentes resultan en expresiones que combinan numerosas variables, en un esquema de equilibrio de mercado.

Sin duda que todas ellas están presentes en el proceso de mercado, ponderadas por distintos participantes. Si buscamos una descripción de ese proceso, algo así como sus ecuaciones subyacentes, las complicaciones deben verse como una consecuencia de la conducta de los individuos en los mercados.

¿Cómo intervienen estas formulaciones en la propia conducta? La figura del "especulador ideal" tiene en cuenta los diversos elementos, pero es una construcción conceptual. Los participantes reales actuarán del modo que les aconsejen sus modelos parciales del mercado. Según éstos advertirán las oportunidades de operaciones con beneficio; ellas existen en las discrepancias entre aquello que el modelo dice que debe prevalecer, y los valores observados.

Una de las funciones de los modelos conceptuales es justamente proveer estos instrumentos de análisis. Cuán cerca o lejos estén de las posibilidades analíticas de los individuos es una de las condiciones de su utilización.

La otra condición es que muestren realmente lo que debe prevalecer, es decir, que sean un retrato aceptable de esa figura ideal, que incluyan los factores pertinentes para los individuos en el mercado. Cuando se avanza en formulaciones instrumentalmente complejas se busca cubrir este segundo requisito. Sin embargo, esto implica un cierto alejamiento de las técnicas usuales de los inversores.

Por ello se advierte un permanente compromiso en la determinación de magnitudes de identificación y previsión relativamente sencillas, y al mismo tiempo significativas en orden a describir el huido equilibrio del mundo real. No siempre se alcanza el éxito en tal esfuerzo.

Bibliografía

- BARONE-ADESI, Giovanni y WHALEY, Robert, *Efficient analytic approximation of american option values*, Journal of Finance, 1987, v. 42, págs. 301/320.
- BERGES, Angel y ONTIVEROS, Emilio, *Mercados de futuros en Instrumentos financieros* (Madrid, Pirámide, 1984).
- BLACK, Fischer, *The pricing of commodity futures contracts*, Journal of Financial Economics, 1976, v. 3, págs. 167/179.
- BLACK, Fischer y SCHOLES, Myron, *The pricing of options and corporate liabilities*, Journal of Political Economy, 1973, v. 81, págs. 637/654.
- BREALEY, Richard y MYERS, Stewart, *Principios de finanzas corporativas* (Madrid, McGraw Hill, 1988).
- BRENNAN, Michael, *A theory of price limits in futures markets*, Journal of Financial Economics, 1986, v. 16, págs. 213/233.
- BRENNER, Menachem, COURTADON, Georges y SUBRAHMANYAM, Marti, *Options on the spot and options on futures*, Journal of Finance, 1985, v. 40, págs.1303/1317.
- CHAPMAN, William y VERCHIK, Ana, *El mercado de valores* (Buenos Aires, Macchi, 1985).
- COX, John, INGERSOLL, Joseph y ROSS, Stephen, *The relation between forward prices and futures prices*, Journal of Financial Economics, 1981, v. 9 págs. 312/346.
- COX, John y ROSS, Stephen, *The valuation of options for alternative stochastic processes*, Journal of Financial Economics, 1976, v. 3, págs. 145/166.
- DEBREU, Gerard, *Teoría del valor* (Barcelona, Bosch, 1973).
- GAY, Gerald y MANASTER, Steven, *The quality option implicit in futures contracts*, Journal of Financial Economics, v. 13, págs. 353/370.
- GAY, Gerald y MANASTER, Steven, *Implicit delivery options and optimal delivery strategies for financial futures contracts*, Journal of Financial Economics, 1986, v. 16, págs. 41/72.

- GESKE, Robert, *The valuation of compound options*, Journal of Financial Economics, 1979, v. 7, págs. 63/81.
- GESKE, Robert y JOHNSON, H. E., *The american put option valued analytically*, Journal of Finance, 1984, v. 39, 1511/1524.
- GILSTER, John y LEE, William, *The effects of transaction costs and different borrowing and lending rates on the option pricing model: a note*, Journal of Finance, 1984, v. 39, 1215/1221.
- HIRSHLEIFER, John, *Investment decision under uncertainty: applications of the state-preference approach*, Quarterly Journal of Economics, 1966, v. 80, 252/277.
- HORNE James C. van, *Administración financiera*, 7a ed. (Mexico, McGraw-Hill, 1988).
- JARROW, Robert y RUDD, Andrew, *Approximate option valuation for arbitrary stochastic processes*, Journal of financial economics, 1982, v. 10, 347/369.
- LELAND, Hayne, *Option pricing and replication with transactions costs*, Journal of finance, 1985, v. 40, 1283/1301.
- MACCHI, Julio y otros, *La inversión bursátil* (Buenos Aires, Tesls, 1988).
- MARCE L , Alberto, *El valor de la opción*, VII Jornadas SADAF, Córdoba, 1987.
- PERRAKIS, Stylianos y RYAN, Peter, *Option pricing bounds in discrete time*, Journal of Finance, 1984, v. 39, 519/525.
- RITCHKEN, Peter y KUD, Shyanjaw, *Option bounds with finite revision opportunities*, Journal of Finance, 1988, v. 43, 301/308.
- ROSS, Stephen, *Options and efficiency*, Quarterly Journal of Economics, 1976, v. 90.
- ROSS, Stephen, *The interrelations of finance and economics: theoretical perspective*, American Economic Review, 1987, v. 77, 29/34.
- ROSS, Stephen y WESTERFIELD, Randolph, *Corporate finance*, Times Mirror, St. Louis, 1987.
- RUBINSTEIN, Mark, *Displaced diffusion option pricing*, Journal of Finance, 1983, v. 38, 213/217.

- SERVENTE, Alberto G., *El mercado de futuro de tasas de interés y los fondos comunes de inversiones líquidas* (Buenos Aires, Contabilidad Moderna, 1981).
- SMITH, Clifford, *Option pricing: a review*, Journal of Financial Economics, 1976, v. 3, 3/51.
- STAPLETON, R. C. y SUBRAHMANYAM, M. G., *The valuation of multivariate of contingent claims in discrete time models*, Journal of Finance, 1984a, v. 39, 207/228.
- STAPLETON, R. C. y SUBRAHMANYAM, M. G., *The valuation of options when asset returns are generated by a binomial process*, Journal of Finance, 1984b, v. 39, 1525/1539.
- TELSEER, Lester, *Futures and actual markets: how they are related*, Journal of Business, 1986, v. 59, 55/520.