

Opciones y Probabilidad

Por **Sheldon Natenberg**. Capítulo del libro "Option Volatility & Pricing"
adaptado al Mercado de MEFF Renta Variable

A la hora de decidirse por una determinada estrategia con opciones, y una vez que tenemos una opinión clara de cómo creemos que puede evolucionar el activo subyacente, es decir, la acción o el IBEX por ejemplo, nos encontramos con el problema de que no basta con decir que "es altamente probable que el subyacente suba más de 100 puntos" o que "es una buena oportunidad para invertir en estos momentos", o cualquier otra frase similar.

Para poder cuantificar un "altamente probable movimiento del subyacente" se necesita algún método de valoración que nos ayude en esta tarea.

Para las estrategias más básicas con opciones es evidente que la dirección en la que se mueve el subyacente de la opción puede tener un efecto significativo sobre los beneficios que puedan generar. Así, los operadores de opciones son notablemente sensibles a la dirección en la que se mueve el subyacente. Pero tienen un problema adicional: la velocidad del Mercado.

Un operador de contado puede pensar que, si su posicionamiento es el correcto, la cotización de las acciones va a subir en un plazo determinado, y por tanto puede tener la certeza de obtener beneficios. Simplemente comprará las acciones y esperará a que alcancen la cotización que él esperaba y una vez alcanzada venderá las acciones con el fin de obtener beneficios.

Este planteamiento no es tan sencillo para el operador de opciones. Partamos por ejemplo de la base de que el operador cree que las acciones van a aumentar su cotización de 1.000 pesetas (su cotización actual) a 1.200 pesetas durante los próximos cinco meses y que la opción call con precio de ejercicio 1.100 y con una prima de 40 pesetas tiene un vencimiento a tres meses.

Si la cotización de la acción aumenta a 1.200 pesetas cerca de la fecha de vencimiento de la opción, la compra que se ha realizado de las opciones a 1.100 dará un beneficio de 60 pesetas (100 pesetas de valor intrínseco menos las 40 pesetas del coste de la opción). ¿Pero es seguro ese beneficio? ¿Qué ocurre si la cotización de la acción permanece por debajo de 1.100 pesetas durante los siguientes tres meses y solo alcanza las 1.200 pesetas después de que la opción haya vencido? En ese caso, el operador perderá sus 40 pesetas.

Posiblemente el operador debería comprar la opción call con precio de ejercicio 1.100 con vencimiento a 6 meses en lugar de a 3 meses y de este modo estar seguro que cuando la acción alcance la cotización de 1.200 pesetas, la opción call tendrá al menos 100 pesetas de valor intrínseco. Pero ¿qué ocurre si el precio de la opción con vencimiento a 6 meses es mayor de 100 pesetas? En este caso el operador podría incurrir en pérdidas. Incluso aunque las acciones alcancen el precio marcado de 1.200 pesetas, no está garantizado que la opción call de precio de ejercicio 1.100 vaya siempre a alcanzar un valor mayor a sus 100 pesetas de valor intrínseco.

El operador de contado de acciones está prácticamente, y con carácter exclusivo, interesado en conocer la dirección en que se va a mover el Mercado. El operador de opciones es también sensible a la dirección del Mercado pero debe tener precaución con la velocidad a la que el Mercado se puede mover.

Si un operador de futuros y un operador de opciones toman posiciones compradoras en el Mercado con sus respectivos instrumentos y el Mercado está al alza, el operador de futuros tiene segura una ganancia, mientras que el operador de opciones no. Si no se mueve lo suficientemente rápido, aunque el movimiento sea favorable, puede no ser suficiente para compensar la pérdida de valor de la opción debida al paso del tiempo. Esta es una de las razones básicas por la que algunos especuladores inexpertos pierden en los Mercados de opciones. Es así el caso cuando el especulador compra opciones con un ratio riesgo/beneficio aparentemente favorable (riesgo limitado/beneficio ilimitado). Pero si compran opciones no sólo deben de acertar sobre la dirección, también tienen que acertar sobre la velocidad del Mercado. Y sólo si aciertan en ambos cálculos pueden esperar obtener beneficios.

El concepto de velocidad es vital en la negociación de opciones. Es importante indicar que hay muchas estrategias con opciones que dependen sólo de la velocidad del Mercado y no tanto de la dirección del mismo.

Si el operador es un buen experto en la predicción de la dirección del Mercado probablemente en lo que mejor asesorará a sus clientes será en operaciones de contado.

Solamente cuando crea conocer el componente de la velocidad del Mercado, será cuando el operador deberá entrar en el Mercado de opciones.

El operador de opciones que quiera evaluar la rentabilidad potencial de una opción tiene que enfrentarse con la tarea de analizar varios factores. Al menos deberá considerar los siguientes:

- 1) El precio del subyacente.
- 2) El precio de ejercicio.
- 3) El tiempo que resta hasta vencimiento.
- 4) La dirección en la cual espera que se mueva el Mercado del subyacente.
- 5) La velocidad en la cual espera que se mueva el Mercado del subyacente.
- 6) Los dividendos si los hubiera.

Lo ideal sería expresar cada uno de esos factores numéricamente, poder introducirlos en una fórmula y obtener un valor para la opción. Mediante la comparación del valor con el precio en el Mercado, el operador podrá conocer si la compra o la venta de una opción es probable que dé beneficios.

Este es esencialmente el objetivo de la valoración de opciones: analizar una opción sobre los términos del contrato comparándola con las condiciones actuales de Mercado y expectativas futuras.

VALOR ESPERADO

Antes de seguir, es necesario decir que los Mercados financieros se oponen a que se les compare con un casino. No quieren que se piense que su operativa es un juego. No se pretende desde aquí entrar a valorar las implicaciones morales que pueda tener cualquier juego o la operativa con productos financieros. Lo que sí es un hecho cierto es que las mismas leyes de probabilidad que permiten al casino obtener una ventaja en los distintos juegos de azar son las mismas leyes de probabilidad que permiten al operador obtener un valor esperado y por tanto, valorar una opción.

El concepto de valor teórico basado en la probabilidad es común para muchas facetas en los negocios. Se puede pensar en las opciones como una póliza de seguros que requiere el pago de una prima. Un actuario de una compañía de seguros, mediante la utilización de datos estadísticos y de la teoría de la probabilidad, calculará la probabilidad de que tenga que hacer frente a determinada póliza. Por tanto, introducirá un factor en la ecuación que comprenda las expectativas de beneficios para la compañía de seguros proveniente de pagos de primas y de ese modo alcanzar un valor teórico en sus pólizas.

Esa póliza puede ahora ofrecerse a los clientes con un coste adicional, el cual supone el beneficio a favor de la compañía de seguros.

En el mismo sentido, el objetivo de la valoración de opciones es determinar, a través de la utilización de modelos teóricos de valoración, el valor teórico de una opción. El operador podrá tomar entonces la decisión de si la opción está infravalorada o sobrevalorada en el Mercado.

Suponga que le ofrecen la siguiente propuesta: tirar un dado de seis caras, recibiendo 100 pesetas por cada punto que salga en la cara del dado. Si la cara del dado tiene un solo punto, recibe 100 pesetas, si tiene dos puntos recibe 200 pesetas y así hasta el seis, en cuyo caso recibiría 600 pesetas. Vd. se podría preguntar que, si pudiera tirar el dado un número infinito de veces, cuánto, como media, esperaría obtener por cada tirada. Para contestar a esa pregunta basta con utilizar una aritmética simple. En el dado hay seis cifras diferentes, pudiendo salir cualquiera de ellas con la misma probabilidad. Si sumamos los seis números, $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 = 21$, y lo dividimos entre las seis posibilidades, el resultado es 3,5. En otras palabras, la media o valor esperado es de 350 pesetas por tirada. Si alguien le ofreciese esta

propuesta, un precio justo a pagar por cada tirada sería el equivalente al valor esperado, es decir 350 pesetas. Si por cada tirada usted pagara menos de 350 pesetas, a *largo plazo* acabaría ganando dinero. Sin embargo, si usted pagara más de 350 pesetas por tirada, acabaría perdiendo dinero.

Otro ejemplo, en la misma línea que el anterior, es el de la ruleta. En la ruleta hay 37 casillas (del 1 al 36 y el 0), todas ellas con la misma probabilidad.

Suponga que un casino le ofrece a un jugador la siguiente propuesta: el jugador elige un número. Si el número sale en la ruleta, gana 3.500 pesetas. Sin embargo, si sale cualquier otro número el jugador no recibe nada. ¿Cuál es el valor esperado para el jugador en esta propuesta?, o en otras palabras, ¿qué importe estaría dispuesto a pagar el jugador para que a largo plazo no pierda ni gane dinero?

El jugador tiene una probabilidad entre 37 de ganar 3.500 pesetas, así que a la larga tendrá un valor esperado de $3.500/37$, es decir, casi 95 pesetas. Por supuesto el casino quiere ganar dinero, no quiere estar en una situación en la que ni gana ni pierda. Por consiguiente, si espera devolver 95 pesetas en la apuesta de la ruleta, cargará un plus, por ejemplo 5 pesetas haciendo el valor de la apuesta de 100 pesetas.

Las 5 pesetas de diferencia entre el precio de la apuesta y sus expectativas de devolución representan el beneficio del casino. El casino espera recoger 5 pesetas por cada 100 pesetas apostadas en la mesa de la ruleta.

Con las condiciones anteriores es preferible ser casino que jugador. Alternativamente, a uno le gustaría encontrar un casino donde la apuesta tenga un valor inferior al de su valor esperado (95 pesetas), por ejemplo a 90 pesetas. El jugador en este caso tendría un beneficio de 5 pesetas siempre a largo plazo después de numerosas tiradas.

VALOR TEÓRICO

El valor teórico de una inversión es muy similar al valor esperado para una apuesta. Si no existen otros factores más que la probabilidad de un resultado determinado, el valor teórico de una inversión es idéntico al valor esperado. Sin embargo, se deben considerar otros factores como el coste de financiación y, en el caso de las acciones, los dividendos.

Desde el momento en que una opción es un tipo de inversión, a la hora de evaluar opciones hay que tener en consideración todos los factores pertinentes y luego, utilizando un método de valoración teórica, asignar un valor a la opción. Una vez realizada esta tarea, se puede hacer un juicio inteligente acerca de si la opción está sobrevalorada o infravalorada.

Comprando opciones infravaloradas y vendiendo opciones sobrevaloradas se puede establecer una posición teóricamente ventajosa. Aunque no hay ninguna garantía de que

todas las posiciones sean beneficiosas, *a la larga las leyes de probabilidad favorecerán al inversor.*

En el ejemplo anterior de la ruleta, el único factor que se ha tenido en cuenta para calcular el precio de la apuesta a 95 pesetas es el valor esperado. Sin embargo, se deberían tener en cuenta otras consideraciones.

Supongamos en el ejemplo de la ruleta que el casino decide modificar ligeramente las condiciones de la apuesta. El jugador puede, si lo desea, apostar en la ruleta con una apuesta mínima de 95 pesetas, su valor esperado. En las nuevas condiciones si el jugador pierde, el casino obtendrá inmediatamente sus 95 pesetas (igual que en el ejemplo anterior) pero, sin embargo si el jugador gana, el casino le entregará 3.500 pesetas en un periodo de dos meses. ¿Continúan manteniendo la posición el jugador y el casino, donde ni uno gana ni el otro pierde? ¿Dónde ha conseguido el jugador las 95 pesetas para realizar la apuesta en la ruleta?

Intuitivamente se puede pensar que lo ha podido sacar directamente de su bolsillo, pero si lo analizáramos más detalladamente nos podríamos encontrar que, antes de ir al casino, el jugador ha sacado el dinero de una cuenta de ahorros. Con las nuevas condiciones del casino si el jugador acepta recibir sus ganancias en dos meses, tendrá que tener en consideración los intereses que hubiese obtenido si hubiese dejado las 95 pesetas en su cuenta de ahorros. Suponiendo que el tipo de interés anual fuera del 6% (un 0,5% al mes) los intereses perdidos serían del $1\% \times 95$ pesetas, es decir alrededor de 1 peseta. Por tanto, si el jugador apuesta por su valor esperado de 95 pesetas, obtendrá 1 peseta de pérdida como coste de financiación de las 95 pesetas durante 2 meses.

El casino, por otro lado, cogerá las 95 pesetas, las ingresará en una cuenta remunerada con un tipo de interés determinado y al cabo de dos meses tendrá un interés de 1 peseta. Bajo estas nuevas condiciones el valor teórico de la apuesta será el valor esperado de 95 pesetas menos 1 peseta de coste de financiación de la apuesta, es decir, alrededor de 94 pesetas. Por tanto, si un jugador paga hoy 94 pesetas por una apuesta en la ruleta y recoge sus ganancias al cabo de dos meses, ni él ni el casino pueden esperar tener ningún beneficio a largo plazo.

Las dos consideraciones más comunes a la hora de realizar una inversión financiera son el valor esperado y el coste de financiación. Sin embargo, pueden existir otro tipo de consideraciones. Por ejemplo, suponga que el casino decide dar al jugador 1 peseta en concepto de bonus durante los próximos dos meses.

El jugador podría por tanto añadir este pago adicional al valor teórico anterior de 94 pesetas y de esta forma obtener un valor teórico nuevo de 95 pesetas. Es muy similar al pago de dividendos a los accionistas de una compañía y, de hecho, los dividendos son un elemento adicional a tener en cuenta en las opciones sobre acciones.

UNA PALABRA SOBRE MODELOS DE VALORACIÓN

Antes de continuar, merece la pena hacer algunas observaciones sobre los modelos en general.

Un modelo no es más que una reducción a escala del mundo real. El modelo puede ser físico como por ejemplo la maqueta de un avión o de un edificio, o puede ser matemático, como una fórmula.

En cualquiera de los casos, el modelo se construye con el fin de que sirva de ayuda a entender mejor el mundo en el que vivimos.

Sin embargo, es imprudente, y algunas veces peligroso, asumir que el modelo y el mundo real a los que representa sean en todos sus aspectos exactamente iguales. Puede que sean muy similares, pero es improbable que el modelo sea exactamente en todos sus rasgos el duplicado del mundo real.

Todos los modelos, si son modelos que sirvan de utilidad, requieren de nosotros que tengamos previamente en cuenta ciertas consideraciones sobre el mundo real. Los modelos matemáticos requieren la introducción de números mediante los cuales se cuantifican las consideraciones a las que hemos hecho referencia. Si alimentamos el modelo con datos incorrectos lo que se obtendrá será una representación errónea del mundo real. Cada usuario de un modelo debe ser consciente de los datos que tiene en cuenta y de los que no tiene en cuenta.

Estas observaciones generales para los modelos son igualmente aplicables para los modelos de valoración de opciones. Un modelo de valoración de opciones es tan sólo una idea de alguien al que se le ocurrió como podían ser valoradas las opciones en determinadas condiciones. Desde el momento en que el modelo por sí o con los datos que lo alimentan puedan ser incorrectos, no hay garantía alguna de que los valores que genere el modelo sean precisos, ni podemos en consecuencia estar seguros de que estos valores tengan algún parecido lógico con los precios actuales que están en el Mercado.

De hecho, existe una gran controversia entre los operadores en cuanto a la utilidad de los modelos de valoración de opciones. Algunos operadores piensan que los modelos son palabrerías y no tienen conexión o afinidad con lo que ocurre con el mundo real. Otros operadores piensan, sin embargo, que una vez que obtienen los valores teóricos, todos sus problemas están resueltos. La realidad se encuentra en algún lugar entre ambas posiciones.

Se podría comparar a un operador nuevo en opciones con alguien que entra en una habitación a oscuras por primera vez. Si no le han dado ninguna orientación, andará a tientas en la oscuridad y quizá finalmente acabe encontrando lo que está buscando.

El operador que ya posee unas nociones básicas en modelos teóricos de valoración, siguiendo el ejemplo anterior, entraría en la misma habitación con una pequeña vela. Se haría una idea de la disposición general de la habitación pero la debili-

dad de la vela le impediría distinguir cada uno de los detalles. Además alguna de las cosas que él viera podría estar distorsionada por el parpadeo de la vela. Pese a estas limitaciones el operador tiene mayor probabilidad de encontrar lo que está buscando con su pequeña vela que si no tuviese iluminación alguna.

Los verdaderos problemas con los modelos teóricos de valoración surgen después de que el operador ha adquirido una cierta sofisticación. A medida que va ganando confianza es posible que empiece a incrementar el tamaño de su operativa. Cuando esto ocurre su incapacidad para distinguir cada uno de los detalles de la habitación, debido a las distorsiones producidas por el parpadeo de la llama de la vela, aumentan considerablemente. En este caso, una mala interpretación sobre lo que él cree que ve y lo que realmente hay, puede conducirle a un desastre financiero, ya que cualquier error será notablemente ampliado.

Un enfoque razonable es el de utilizar un modelo pero con la gran advertencia de lo que puede y no puede hacer. Los operadores de opciones van a encontrar que un modelo teórico de valoración es una herramienta inestimable a la hora de comprender la valoración de opciones. La mayor parte del éxito obtenido por operadores recae en algún tipo de modelo de valoración. Sin embargo, un operador de opciones que quiera hacer un buen uso de un modelo de valoración debe de tener en cuenta tanto las limitaciones del modelo como sus ventajas. Si no fuese así, no estaría mejor posicionado que otro operador que estuviera andando a tientas en la oscuridad.

UNA SENCILLA APROXIMACIÓN

¿Cómo podríamos adaptar a la valoración de las opciones los conceptos de valor esperado y valor teórico? Podríamos empezar calculando para una opción el valor esperado; pongamos un sencillo ejemplo.

Supongamos que actualmente una determinada acción está cotizando a un precio de 5.000 pesetas y que en una determinada fecha futura, la fecha de vencimiento de la opción call, el precio de la acción puede alcanzar cualquiera de los siguientes precios: 4.600, 4.800, 5.000, 5.200 ó 5.400 pesetas.

Consideremos, además que cualquiera de estos cinco precios tienen un 20% de probabilidad de que la acción alcance dicho valor. Los precios y las probabilidades pueden ser representadas de la siguiente forma:

Precio Final	4.600	4.800	5.000	5.200	5.400
Probabilidad	20%	20%	20%	20%	20%

Si compramos las acciones a su cotización actual de 5.000 pesetas ¿cuál será para esta posición el valor esperado a vencimiento? Un 20% de las veces vamos a perder 400 pesetas cuando el contrato llegue a vencimiento con un valor de 4.600 pesetas. Un 20% de las veces vamos a perder 200 pesetas cuando el contrato llegue a vencimiento con un valor alrededor de 4.800 pesetas. Un 20% de las veces no vamos a ganar

ni a perder cuando el contrato llegue a vencimiento con un valor de 5.000 pesetas.

Un 20% de las veces vamos a ganar 200 pesetas cuando el contrato llegue a vencimiento con un valor por encima de 5.200 pesetas. Un 20% de las veces vamos a ganar 400 pesetas cuando el contrato llegue a vencimiento con un valor por encima de 5.400 pesetas. Todo esto lo podemos expresar mediante una fórmula simple:

$$(20\% \times 400 \text{ ptas.}) - (20\% \times 200 \text{ ptas.}) + (20\% \times 0) + (20\% \times 200 \text{ ptas.}) + (20\% \times 400 \text{ ptas.}) = 0$$

O lo que es lo mismo:

$$0,20 \times (4.600-5.000) + 0,20 \times (4.800-5.000) + 0,20 \times (5.000-5.000) + 0,20 \times (5.200-5.000) + 0,20 \times (5.400-5.000) = 0$$

Como los beneficios y las pérdidas se compensan entre sí, el valor esperado de la posición compradora es igual a cero. El mismo razonamiento mostrará que el valor esperado de una posición de venta de la acción al precio actual de cotización de 5.000 pesetas es también igual a cero. Con los precios y las probabilidades dadas, si tomamos bien una posición compradora o una posición vendedora podemos esperar no ganar ni perder dinero a *largo plazo*.

Ahora supongamos que compramos una opción call sobre esa acción con un precio de ejercicio de 5.000. Olvidando por un momento lo que tendríamos que pagar por la opción call ¿cuál sería el valor esperado sobre la base de los precios y las probabilidades anteriores? Si la cotización de la acción finaliza en 4.600 ptas., 4.800 ptas. ó 5.000 ptas., la opción call vencerá sin valor.

Si la acción finaliza con una cotización de 5.200 ptas. ó 5.400 ptas. la opción call tendrá un valor de 200 ptas. ó 400 ptas., respectivamente.

La representación matemática es la siguiente:

$$(20\% \times 0) + (20\% \times 0) + (20\% \times 0) + (20\% \times 200 \text{ ptas.}) + (20\% \times 400 \text{ ptas.}) = 120 \text{ ptas.}$$

O lo que es lo mismo,

$$0,20 \times 0 + 0,20 \times 0 + 0,20 \times 0 + 0,20 \times (5.200-5.000) + 0,20 \times (5.400-5.000) = 120 \text{ ptas.}$$

La opción call nunca puede tener un valor inferior a cero, por tanto el valor esperado para una posición de una opción call siempre es un número positivo, en este caso 120 pesetas.

Si queremos desarrollar un modelo de valoración de precios teóricos utilizando este razonamiento, podríamos proponer una serie de posibles precios y de probabilidades para el activo subyacente a vencimiento. Posteriormente, con un precio de ejercicio determinado, podemos calcular el valor de la opción con los resultados obtenidos de cada precio, multiplicar el valor por la probabilidad que tenga asociada, sumar todas esas cifras, y así obtener el valor esperado para la opción.

En el ejemplo anterior hemos tomado una situación muy básica con sólo 5 precios y cada uno de ellos con idéntica probabilidad. ¿Qué cambios podríamos introducir con la finalidad de desarrollar un modelo más realista? Si la opción call con precio de ejercicio 5.000 pesetas, tiene un valor esperado de 120 pesetas a vencimiento, de ese importe debemos deducir los costes de financiación para obtener su valor a día de hoy. Si el tipo de interés es del 6% anual (el 0,5% mensual) y la opción vence en tres meses, tendremos que descontar de las 120 pesetas de valor esperado el 1,5 % del coste de financiación, alrededor de 1,8 pesetas. El valor teórico de la opción será por tanto de 118,2 ptas.

¿Qué otros factores podríamos haber considerado? Hemos asumido que los cinco precios tenían la misma probabilidad. ¿Es ésta una premisa realista? Ahora piense que le dicen que sólo son posibles dos precios a vencimiento, 5.200 pesetas y 6.400 pesetas. Con el precio de la cotización actual de la acción a 5.000 pesetas ¿qué precio cree Vd. más probable que alcance la acción?

Basados en la experiencia, la mayor parte de los operadores coincidirían en que un cambio hacia precios extremos que están alejados del precio actual es menos probable que un cambio pequeño en los precios más próximos al actual. Por esta razón 5.200 pesetas es mucho más probable que 6.400 pesetas. Tomando esto en consideración puede que nuestro precio en términos de probabilidad tenga que estar más concentrado en torno al precio actual del subyacente. Este tipo de distribución se muestra de la siguiente forma:

Precio Final	4.400	4.600	4.800	5.000	5.200	5.400	5.600
	4%	10%	18%	36%	18%	10%	4%
Probabilidad							

En esta figura los resultados y las probabilidades son simétricas. Es decir, hay un 36% de probabilidades de que el precio de la acción permanezca como está (5.000 pesetas), un 36% de probabilidades de que suba o baje 200 pesetas, un 20% de que suba o baje 400 pesetas y un 8% de que suba o baje 600 pesetas.

Según estas expectativas, el beneficio esperado de esta acción una vez que expire el periodo para el que hemos realizado nuestras expectativas será el siguiente:

$$0,04 \times (4.400-5.000) + 0,10 \times (4.600-5.000) + 0,18 \times (4.800-5.000) + 0,36 \times (5.000-5.000) + 0,18 \times (5.200-5.000) + 0,10 \times (5.400-5.000) + 0,04 \times (5.600-5.000) = 0,04 \times (-600) + 0,10 \times (-400) + 0,18 \times (-200) + 0,36 \times 0 + 0,18 \times 200 + 0,10 \times 400 + 0,04 \times 600 = 0$$

Supongamos ahora que, basándonos en estas mismas probabilidades, compramos una opción call sobre esa acción, con un precio de ejercicio 5.000. En este caso, si el precio de la acción, una vez transcurrido el periodo establecido, fuera de 4.400, 4.600, 4.800 ó 5.000 pesetas, no ejerceríamos nuestra opción call ya que no obtendríamos ningún beneficio con ello. Por tanto sólo tendremos beneficios siempre que el precio de la

acción fuera de 5.200, 5.400 ó 5.600 pesetas. Siguiendo con el mismo razonamiento anterior, el valor o beneficio esperado para esta opción call de precio de ejercicio 5.000 será:

$$0,04 \times 0 + 0,10 \times 0 + 0,18 \times 0 + 0,36 \times 0 + 0,18 \times (5.200 - 5.000) + 0,10 \times (5.400 - 5.000) + 0,04 \times (5.600 - 5.000) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0,18 \times 200 + 0,10 \times 400 + 0,04 \times 600 = 100$$

En resumen, el valor teórico de la opción call 5.000 con las probabilidades asociadas mencionadas anteriormente es de 100 pesetas, es decir, al igual que en el ejemplo de la ruleta el valor teórico o valor máximo que estaríamos dispuestos a pagar era de 95 pesetas por apuesta, en el caso de la opción call 5.000 éste será de 100 pesetas.

Si tenemos en cuenta el coste de financiación tomando por ejemplo un tipo de interés del 6% anual, y suponemos que la fecha de vencimiento de la opción es dentro de 3 meses, el precio teórico de la opción call 5.000 será de:

$$100 - (100 \times 0,015) = 98,5$$

Supongamos ahora que nuestras expectativas han variado, asociando las siguientes probabilidades a los diferentes precios de la acción.

Precio Final	4.400	4.600	4.800	5.000	5.200	5.400	5.600
Probabilidad	2%	8%	10%	36%	25%	12%	7%

Nuestras expectativas en este caso son claramente alcistas. El valor teórico de la misma opción call 5.000 con estas nuevas condiciones, y sin tener en cuenta el coste de financiación, deberá ser superior al del caso anterior, ya que al ser la "recompensa" mayor, también estaremos dispuestos a pagar más por este derecho. Si lo calculamos, el valor teórico será el siguiente:

$$0,02 \times 0 + 0,08 \times 0 + 0,1 \times 0 + 0,36 \times 0 + 0,25 \times (5.200 - 5.000) + 0,12 \times (5.400 - 5.000) + 0,07 \times (5.600 - 5.000) = 0 + 0 + 0 + 0 + 0,25 \times 200 + 0,12 \times 400 + 0,07 \times 600 = 50 + 48 + 42 = 140$$

Si tenemos en cuenta el coste de financiación (6% anual), para un período de tres meses (1,5%), el valor teórico de la opción sería:

$$140 - (140 \times 0,015) = 137,9$$

Como ya esperábamos, en este caso el valor teórico es superior al del caso anterior.

La mayoría de las acciones pagan dividendos. Los dividendos tendrán repercusión sobre el valor esperado si éstos se pagan durante el periodo de tenencia de las opciones.

El operador que compra acciones por un lado tendrá que pagar el coste de financiación de las mismas pero recibirá los dividendos. Si de nuevo consideramos que la operativa con acciones no nos va a dar ni ganancias ni pérdidas, el valor espera-

do al finalizar el periodo de tenencia va a ser igual al coste de financiación menos los dividendos. Si el coste de financiación para la acción durante un periodo determinado es de 20 pesetas y se espera un pago de dividendos de 10 pesetas durante ese periodo, el valor esperado al finalizar dicho periodo debe ser de 10 pesetas. El operador que compra hoy la acción, va a tener un cargo de 20 pesetas al finalizar el periodo de tenencia en concepto de financiación, pero este importe va a ser equilibrado con las 10 pesetas que va a recibir por dividendos durante el periodo de tenencia de la acción, por tanto el valor esperado será de 10 pesetas al final del periodo. El operador también recibe intereses hasta vencimiento por los dividendos que recibe, pero como es una pequeña cantidad en relación a otros factores, lo ignoramos.

En un Mercado no arbitrable (donde no se pueden hacer beneficios por compras y ventas de contado y futuro), todos los cargos y abonos incluyendo el valor esperado deben compensarse. Si consideramos un Mercado no arbitrable, debemos necesariamente tener en cuenta que el precio del futuro, el precio medio del contrato al finalizar el periodo de tenencia, es el precio actual, más un valor esperado que compensará íntegramente con todos los cargos y abonos (ver seriales editados por MEFF "Batir al IBEX-35" y "Como dos gotas de agua"). Si los costes de tenencia de una acción que cotiza a 5.000 pesetas, durante un periodo de tiempo determinado son de 200 pesetas, el precio del futuro debe ser de 5.200 pesetas. Sin embargo, si la acción paga 60 pesetas en concepto de dividendos, el precio del futuro debe ser entonces de 5.140 pesetas. En ambos supuestos, tanto los cargos como los abonos deberán estar compensados, de lo contrario hay arbitraje.

El cálculo del precio futuro depende de las características y condiciones del Mercado. Para las acciones, las consideraciones que hay que tener en cuenta son el precio de la acción, la duración del periodo de tenencia, el tipo de interés y los dividendos. Para los contratos de futuro, la situación es más simple ya que no es necesario un desembolso inicial. Además, los contratos de futuros no pagan dividendos, en su precio ya están contruidos los costes de financiación y dichos dividendos.

Esto significa que el precio del futuro de un contrato de futuro en un Mercado no arbitrable es simplemente el precio actual de un contrato de futuro. Si un operador compra un contrato de futuro por 10.000, el precio al que ni se gana ni se pierde al finalizar el periodo de tenencia es el de 10.000.

Volviendo a nuestro sencillo modelo de valoración de precios, asumir que el Mercado de subyacente es no arbitrable, significa que no se pueden obtener beneficios negociando con en el Mercado de contado. El valor esperado entonces debe ser igual a la diferencia entre el precio actual del Mercado de contado y el precio del futuro. Para el caso de las acciones, el valor esperado será el coste de financiación menos los dividendos, mientras que para los futuros, el valor esperado será cero.

Incluso si consideramos un Mercado no arbitrable con el contado con unas probabilidades asociadas a cada precio, toda-

vía tenemos un problema. En nuestro modelo simplificado tenemos sólo siete precios posibles, cuando en el mundo real existen infinitas posibilidades. Para aproximar nuestro modelo a las condiciones de nuestro mundo real, tendremos que asociar a cada uno de los posibles precios su probabilidad. Aunque esto puede parecer una labor imposible, es la base de todos los modelos teóricos de valoración.

Podemos resumir los pasos necesarios para desarrollar un modelo de valoración:

- 1) Proponer unas series posibles de precios a vencimiento para el subyacente.
- 2) Asignar a cada precio posible, una probabilidad.
- 3) Mantener un Mercado de contado no arbitrable.
- 4) Con los precios y las probabilidades de los pasos 1, 2 y 3, calcular el valor esperado para la opción.
- 5) Del valor esperado de la opción, deducir el coste de financiación.

Si podemos completar todos estos datos, tendremos finalmente el valor teórico con el que podremos empezar a operar.

Anteriormente al año 1973, la valoración de las opciones requería soluciones a ecuaciones matemáticas muy complejas. Al ser estos métodos lentos y tediosos, el operador que intentaba utilizarlos con agilidad se encontraba que sus oportunidades de obtener beneficios desaparecían antes de que los métodos de valoración pudieran identificarlas.

El razonamiento que nos guía en el desarrollo del modelo de Black-Scholes cuando nos proponemos realizar un método simple de valoración de opciones, depende de seis puntos que hemos enumerado en este documento anteriormente. Black y Scholes originariamente trabajaron con opciones call, aunque los valores de la opción put pueden obtenerse de la misma fuente.

Además, podemos observar que en un Mercado no-arbitrable hay una única interrelación entre el subyacente, la opción call y la opción put del mismo precio de ejercicio y vencimiento. Esta conexión nos permite obtener el valor de la opción put conociendo el valor de la opción call asociada.

Con el fin de calcular el valor teórico de una opción utilizando el modelo de Black-Scholes, necesitamos conocer como mínimo seis características de la opción y su subyacente. Estas características son:

- 1) El precio de ejercicio de la opción.
- 2) El tiempo restante hasta vencimiento.
- 3) El precio actual del subyacente.
- 4) El tipo de interés libre de riesgo durante la vida de la opción.
- 5) La volatilidad del contrato subyacente.
- 6) Dividendos si los hubiera.

El penúltimo dato, la volatilidad, puede resultar poco familiar para un operador nuevo. La volatilidad la veremos en el documento siguiente aunque en una primera aproximación podemos deducir que la volatilidad está relacionada con la velocidad del Mercado.

Si conocemos cada uno de los datos necesarios, podemos introducirlos en el modelo de valoración y de este modo obtener el valor teórico.

Black y Scholes también incorporaron a su modelo el concepto de cobertura sin riesgo. Cada posición en opciones equivale teóricamente a una posición tal en el subyacente que, para pequeños cambios en los precios del mismo, la posición de opciones ganará o perderá valor exactamente con el mismo coeficiente que la posición del subyacente. Para aprovecharse de una opción sobrevalorada o infravalorada teóricamente es necesario establecer una cobertura compensando la posición en opciones con su equivalente posición de subyacente. Esto significa que es necesario para cualquier posición en opciones que tomemos, adquirir la posición contraria de contratos de subyacente.

La proporción de contratos de subyacente que se necesita para establecer una cobertura sin riesgo es conocida como *el ratio de cobertura*.

¿Por qué es necesario establecer una cobertura sin riesgo? Recuerde que en nuestra sencilla aproximación a los valores teóricos de las opciones, éstos dependían de la probabilidad asociada a distintos precios del subyacente.

Si el subyacente cambia de precio, la probabilidad de cada precio también cambiará. Si el precio del subyacente es actualmente de 5.000 pesetas y le asignamos un 25% de probabilidad al precio de 5.200 pesetas, si el precio del subyacente desciende a 4.600 pesetas, también podríamos disminuir la probabilidad del precio de 5.200 pesetas al 10%. Estableciendo inicialmente una cobertura sin riesgo y posteriormente ajustando esta cobertura a los cambios en las condiciones del Mercado, estamos teniendo en consideración esos cambios en la probabilidad.

Partiendo de la base de que las especificaciones de los contratos de opción están establecidas y de que algunas de las características del subyacente son conocidas, los modelos teóricos de valoración se esfuerzan por valorar las opciones call como un posible sustituto de una posición comprada de subyacente y a las opciones put como un posible sustituto de una posición vendida de subyacente. Cada uno de los componentes del modelo merece algunos comentarios.

PRECIO DE EJERCICIO

No debería existir ninguna duda sobre el precio de ejercicio de una opción dado que está fijado en los términos del contrato y no se puede modificar durante la vida del contrato. La opción call de Telefónica de precio de ejercicio 5.600 de vencimiento Diciembre, no puede transformarse en la opción call de precio de ejercicio 5.800 de vencimiento Diciembre, y lo mismo ocurre con las opciones put.

TIEMPO A VENCIMIENTO

Al igual que con el precio de ejercicio, la fecha de vencimiento de una opción es un dato fijo. La opción call de Telefónica

de precio de ejercicio 5.600, de vencimiento Diciembre, no puede transformarse en la opción call de Telefónica de precio de ejercicio 5.600 de vencimiento Marzo. Por supuesto, cada día que pasa estamos más cerca de la fecha de vencimiento y en este sentido, el tiempo a vencimiento se va reduciendo constantemente.

Sin embargo, la fecha de vencimiento así como el precio de ejercicio son fijados por el Mercado y no se pueden modificar.

El tiempo a vencimiento y todos los otros datos que se suministran en el modelo de Black-Scholes, se introducen como un número anualizado.

Si estamos introduciendo datos brutos directamente en el modelo, debemos hacer la anualización apropiada. Los programas informáticos que suministra MEFF (MEFFCALC, MEFFPRO y la calculadora de la página de "utilidades" en el web <http://www.meffrv.es>) y la mayoría de los programas informáticos de valoración de opciones ya poseen la transformación incorporada al software y sólo necesitan introducir el número correcto de días que quedan para el vencimiento.

Puede parecer que tenemos un problema al tener que introducir en el modelo el número de días que restan a vencimiento. Necesitamos ese total de días con dos propósitos, para el cálculo de estudios sobre los intereses y para calcular la probabilidad de movimientos en el subyacente. Sin embargo, a efectos de la volatilidad y con el fin de valorar *la velocidad* del Mercado lo único que nos interesa son los días de negociación dado que solamente en estos días puede cambiar el precio del subyacente. Esto nos lleva a eliminar los fines de semana y las fiestas de nuestros cálculos. Por otra parte y para el tipo de interés debemos incluir todos los días.

PRECIO DEL SUBYACENTE

A diferencia del precio de ejercicio y del tiempo a vencimiento, el precio del subyacente no es siempre un precio obvio. En cualquier momento, normalmente, hay un precio de oferta y un precio de demanda y puede no estar claro cual de estos precios se debería utilizar, si el uno o el otro, o algún precio intermedio entre ambos.

Hemos comentado anteriormente que el uso correcto del valor teórico de una opción requiere de nosotros que cubramos la posición en opciones con una posición opuesta en el subyacente.

De esta manera, el precio del subyacente con el que debemos alimentar nuestro modelo de valoración será aquel precio al que nosotros pensamos que se debe tomar la posición opuesta en el subyacente. Si pretendemos comprar calls o vender puts, ambas posiciones *largas*, tendremos que cubrirnos vendiendo el subyacente. En este caso, deberíamos de utilizar el precio de demanda ya que es el precio al cual podemos vender el subyacente. Por otra parte, si intentamos vender calls o comprar puts, ambas posiciones *cortas*, tendremos que cubrirnos comprando el subyacente. En este caso, deberíamos de utilizar el precio de oferta ya que es el precio al cual podríamos

comprar el subyacente. En la práctica la oferta y la demanda están cambiando constantemente por lo que muchos operadores utilizan simplemente el último precio cruzado. Pero el último precio cruzado puede no siempre reflejar la situación actual del Mercado. Si el último precio negociado es de 9.200, pero el precio de demanda al cierre del Mercado es de 9.200 y el de oferta de 9.250, el operador que espera comprar a 9.200 tendrá pocas oportunidades de realizar la operación, debido a la dificultad de comprar a ese precio. Igual que comprar a cualquier precio intermedio puede resultar imposible si el Mercado está desequilibrado con más contratos en la demanda a 9200 que en la oferta a 9250. Por todas estas razones, un operador experto raramente entrará en el Mercado de opciones si no conoce exactamente el precio de oferta y de demanda en el subyacente. (Ver serial editado por MEFF "Su contrapartida es su mejor amiga").

TIPO DE INTERÉS

Debido a que una operación con opciones puede resultar en cualquier caso en un cargo o un adeudo en la cuenta de un operador, el tipo de interés debe tenerse en cuenta también a la hora de realizar una valoración de las opciones.

El tipo de interés juega dos papeles en la valoración de las opciones. El primero puede afectar al precio del futuro del subyacente. Si incrementamos el tipo de interés, incrementamos el precio del futuro incrementando el valor de las opciones call y disminuyendo el valor de las opciones put. En segundo lugar, el tipo de interés puede afectar al coste de financiación de la opción. Si incrementamos los tipos de interés, disminuimos el valor de la opción. A pesar de que de hecho el tipo de interés juegue estos dos papeles, en la mayoría de los casos el mismo tipo es aplicable y solo necesitamos introducir un tipo de interés en el modelo.

Aunque el hecho es que el tipo de interés juega un doble papel, no obstante su importancia variará en función de liquidación del tipo de subyacente y del procedimiento de liquidación. Por ejemplo el tipo de interés tiene un impacto mucho mayor en el valor de las opciones sobre acciones que en el de las opciones sobre futuros. Si aumentamos el tipo de interés, incrementamos el precio del futuro de la acción, pero permanece invariable el precio del futuro del contrato de futuro.

Al mismo tiempo, teniendo en cuenta el tipo de liquidación de las acciones, si incrementamos el tipo de interés, disminuimos el valor de las opciones. El precio de las opciones sin embargo, es normalmente muy pequeño en relación con el precio del contrato subyacente.

¿Qué tipo de interés debería utilizar el operador cuando valora opciones? La mayoría de los operadores no pueden pedir prestado dinero y prestarlo a la vez al mismo tipo de interés. El tipo de interés depende de si el operador está en el lado deudor o acreedor. En el primer caso, el operador estará interesado en el tipo de interés de los préstamos y en el último caso, en el tipo de interés para dar crédito. En la práctica, sin embargo la solución más común es utilizar el tipo de interés libre de riesgo que se obtiene de los repos de deuda pública a corto plazo.

DIVIDENDOS

Tan sólo habrá que introducir este dato en el modelo de valoración si se espera que la acción pague dividendos durante la vida de la opción.

Con el fin de valorar correctamente una opción sobre una acción, el operador debe conocer tanto el importe de los dividendos que se van a pagar como la fecha de pago, fecha en la cual el operador debe poseer la acción con el fin de recibir los dividendos. Lo importante aquí es la propiedad de la acción. Una opción muy "in-the-money" (plenamente ejercitable), puede tener muchas de las mismas características que tienen las acciones, pero sólo la propiedad de las acciones conlleva el derecho a percibir los dividendos.

Ante la falta de otra información, la mayoría de los operadores tienden a considerar que la compañía continuará con la misma política de pagos de dividendos que ha tenido en el pasado.

Si la compañía ha estado pagando 75 pesetas como dividendo cada trimestre, probablemente seguirá haciéndolo. Sin embargo esto no es siempre cierto. Las compañías en algunas ocasiones incrementan o disminuyen los dividendos y en ocasiones no los pagan. Si existe la posibilidad de un cambio en la

política de dividendos de una compañía, el operador tiene que considerar su impacto en la valoración de las opciones.

Adicionalmente, si la fecha de pago se espera que sea justo antes del vencimiento en la valoración de opciones, existe el peligro de que un anuncio de pagos de dividendos para después del vencimiento trastoque la valoración previamente hecha.

Con el propósito de valorar las opciones, esta situación es lo mismo que eliminar los dividendos completamente. En esta situación el operador debería realizar un esfuerzo especial para averiguar la exacta fecha de pago del dividendo.

VOLATILIDAD

De todos los datos requeridos para la valoración de opciones, la volatilidad es la más difícil de entender para los operadores. Al mismo tiempo, la volatilidad juega un papel primordial a la hora de valorar opciones. Cambios en los pronósticos sobre la volatilidad pueden tener efectos dramáticos en la valoración de la opción y el modo de calcular la volatilidad el Mercado puede igualmente tener un efecto dramático sobre el precio de la opción. La volatilidad se explica en el siguiente documento.