



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ECONOMÍA**

**LAS FINANZAS CONDUCTUALES (BEHAVIORAL FINANCE): UNA  
NUEVA PROPUESTA EN LA EVALUACIÓN DE DERIVADOS**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**LICENCIADO EN ECONOMÍA**

PRESENTA:

**MARIO ESAÚ MUÑOZ BENÍTEZ**

*ASESOR: LIC. JAVIER LARA OLMOS*



CIUDAD UNIVERSITARIA 2009



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A Mis Padres*

## ***Agradecimientos***

Este trabajo no lo hubiese podido terminar sin el apoyo de los dos pilares de mi vida, *Mis Padres*, que día a día con su amor y sus principios me han enseñado a caminar con la frente en alto, con honestidad y entusiasmo ante la adversidad; mi madre *Rosario*, la paciencia y la fortaleza; mi padre *Mario* la astucia y la inteligencia; mi abuelo *Manuel (+)*, la sabiduría, a ellos les debo todo lo que soy.

A mi hermano *Emmanuel* que será el eslabón que jale de mi vida no importa dónde nos encontremos.

A mis dos angelitos *Leo* y *Mario Abraham* que algún día pondrán a este mundo de cabeza, y desde que llegaron se convirtieron en el motor de mi vida y la motivación por ser mejor cada día.

A mis amigos por sus palabras de aliento porque cuando más lo necesite nunca me dejaron sólo bajo ninguna circunstancia, especialmente a *Jake* gracias por haber confiado siempre en mi y por seguir esperando cada día más de mi así como yo de ella.

Al Lic. Javier Lara por su ayuda, apoyo y paciencia, a Samuel por toda su ayuda y tiempo incondicional y sobre todo a la *Universidad Nacional Autónoma de México* y a la *Facultad de Economía* por darme las herramientas necesarias para subir un escalón más en mi vida y por permitirme transmitir mis conocimientos a las generaciones venideras.

A todos los académicos que participaron como sinodales en mi examen profesional así como a todos aquellos profesores que me aportaron una valiosa parte de su conocimiento a lo largo de mi carrera.

*“Siempre sueña  
Y apunta más alto de lo que sabes  
Que puedes lograr”*

**William Faulkner**

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	1
<b>INTRODUCCIÓN</b>	2
<b>CAPITULO I ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?</b>	6
1.1 La Economía Conductual (Behavioral Economics)	7
1.1.1 Los Métodos y Modelos de la Economía Conductual	10
1.2 Corrientes, flujos e influjos de la investigación en finanzas	12
1.3 Las Finanzas Conductuales (Behavioral Finance)	14
1.3.1 Definición	14
1.3.2 Antecedentes	15
1.3.3 Los Tres Ejes Temáticos de las Finanzas Conductuales	23
1.3.4 Teoría del Comportamiento de Portafolio	30
1.4 El Homo-Economicus en las Finanzas	32
1.5 Comportamiento Manada (Herd Behaviour)	33
<b>CAPÍTULO II LA TEORÍA DE PORTAFOLIO Y EL MERCADO DE DERIVADOS</b>	35
2.1 La Teoría de Portafolio	35
2.1.1 Historia	36
2.1.2 Los Modelos Estadísticos Aplicados a las Estrategias Financieras	39
2.2 El Modelo de Markowitz	40
2.2.1 El problema de Asignación de Activos (Asset Allocation)	40
2.2.2 Políticas de la Asignación de Activos (Asset Allocation)	41
2.2.3 El Modelo de Selección de Cartera de Markowitz	42
2.2.4 El Cálculo de la solución en el Modelo de Markowitz	46
2.2.5 Los problemas fundamentales del Modelo de Markowitz	47
2.3 El CAPM ( <i>The Capital Assets Pricing Model</i> )	51
2.3.1 La vinculación entre el CAPM y la Teoría del Portafolio	51
2.3.2 Origen del CAPM	53
2.3.3 Los Supuestos del CAPM	54
2.3.4 La Ecuación del CAPM	56
2.3.5 El Modelo de Equilibrio de Activos Financieros (CAPM)	57
2.3.6 La fortaleza explicativa del CAPM	57
2.3.7 Rentabilidad y Riesgo en el CAPM	60
2.4 El Mercado de Derivados	61

2.4.1	Historia de los Derivados Financieros _____	62
2.5	Origen de los Futuros de productos agroindustriales ( <i>Commodities</i> ) _____	63
2.6	La Tulipomanía _____	64
2.6.1	Causas de la Burbuja del Tulipán _____	65
2.6.2	Introducción del Tulipán en Europa _____	66
2.6.3	El Alza de los precios _____	66
2.6.4	Final de la Burbuja del Tulipán _____	67
2.7	Origen de las Opciones _____	68
2.7.1	Expansión de los derivados _____	68
2.8	Principales Operaciones del Mercado de Derivados _____	69
2.8.1	Cobertura _____	70
2.8.2	Especulación _____	73
2.8.3	Arbitraje _____	75
2.8.4	Información _____	76
2.9	Clasificación de los instrumentos derivados _____	76
2.10	Ventajas de los derivados financieros _____	80
2.11	El Cambio en los Mercados Financieros _____	81
2.12	Instrumentos Derivados _____	82
2.12.1	Opciones Call y Put _____	84
2.12.2	Contratos de Forwards _____	85
2.12.3	Comparación entre Opciones y Forwards _____	87
 <b>CAPÍTULO III APLICACIÓN MATEMÁTICA DEL MODELO DE FINANZAS CONDUCTUALES</b>		 88
3.1	El Modelo Black – Scholes _____	88
3.1.1	Orígenes del Modelo Black – Scholes _____	89
3.1.2	La Formula del Modelo Black – Scholes _____	92
3.2	Behavioral Black-Scholes _____	96
3.3	Demostración Técnica del cálculo de opciones con los Modelos Black Scholes y Behavior Black Scholes _____	101
 <b>CONCLUSIONES</b> _____		 106
 <b>BIBLIOGRAFÍA</b> _____		 111

## RESUMEN

### - JUSTIFICACIÓN TEMÁTICA

Considerando que el hecho de ser un tema visiblemente *en boga*, las Finanzas Conductuales o Behavioral Finance permite abrir las puertas al debate e invita a reflexionar sobre un universo de ideas todavía en desarrollo. Es un terreno novedoso sobre el cual queda mucho por descifrar, e indudablemente, gracias a su realismo y flexibilidad seguirá en constante evolución en los próximos años.

Es claro que el análisis tradicional continuará siendo la columna vertebral de las decisiones de inversión, no obstante, las nuevas propuestas financieras aportan un enfoque que se adecua a las exigencias de los mercados en la actualidad ampliando el asesoramiento financiero.

### - OBJETIVO GENERAL

Determinar la importancia de las Finanzas Conductuales o Behavioral Finance en la Globalización Financiera como una herramienta aplicable en el contexto financiero actual.

### - OBJETIVO PARTICULAR

Demostrar que el Modelo de las Finanzas Conductuales pronostica con mayor grado de eficiencia en el Mercado de Derivados que el Modelo de Finanzas Clásicas.

### - HIPÓTESIS

El Modelo de Finanzas Conductuales (Behavior Black Scholes Model) vuelve más eficiente el estimador del Modelo Black-Scholes.

## INTRODUCCIÓN

El área de finanzas es la que se encarga de lograr el óptimo control y manejo de recursos económicos y financieros tanto de los individuos como de la empresa o el Estado, esto incluye la obtención de recursos financieros tanto internos como externos, necesarios para alcanzar los objetivos y metas empresariales y al mismo tiempo velar por que los recursos externos requeridos por la empresa sean adquiridos a plazos e intereses favorables. El ámbito de estudio de las finanzas abarca tanto la valoración de activos como el análisis de las decisiones financieras que tienden a crear valor. La interrelación existente entre el análisis de la decisión a tomar y la valoración viene dada desde el momento en que un activo cualquiera sólo debería ser adquirido si se cumple la condición necesaria de que su valor sea superior a su costo (ésta condición no es suficiente porque puede haber otros activos que generen más valor para la empresa). Bajo el nombre de finanzas podemos contemplar tres áreas importantes: Las Finanzas Corporativas, la Inversión Financiera y los Mercados Financieros y los Intermediarios.

Las finanzas no son sólo una cuestión de interpretación de razones financieras<sup>1</sup>, o de planificación, las finanzas a nivel operativo implican la toma de decisiones, y adopción y puesta en práctica de medidas en tiempo y forma. Crear sistemas y mecanismos de control, alerta, información y comunicación, eficaces resulta fundamental para un buen ejercicio de las finanzas. Hoy, las finanzas encabezan el llamado proceso de *mundialización del capital*, y como tal, gozan de una visibilidad y un prestigio sin precedentes.<sup>2</sup> La escala de los cambios que se están sucediendo plantean inevitablemente interrogantes sobre la verdadera naturaleza de éstas. Sin embargo; el solo termino “mundialización de capital” ha sido tema de discusión de varios autores ya que comprende todos los aspectos: cultural, social, financiero, tecnológico comercial, etc.; donde se hace hincapié a una interacción entre merados.

---

<sup>1</sup> Besley, Scott y Brigham, Eugene. Fundamentos de Administración Financiera. Editorial McGraw Hill; 12° ed. 2000.

<sup>2</sup> Farnetti, Richard. “El papel de los fondos de pensión y de inversión anglosajones en el auge de las finanzas globalizadas”, en CHESNAIS, François. (comp.)(1999): La mundialización financiera. Génesis, costes y desafíos, Ed. Losada, Buenos Aires.

La *mundialización financiera*, en particular, es un fenómeno que ha tenido sus orígenes en las características de las últimas tres décadas donde a partir de los años 70's los Mercados Financieros Internacionales se han visto inmersos en un entorno, que se ha caracterizado, por una serie de cambios que han modificado radicalmente sus estructuras y funcionamiento. El reciente crecimiento explosivo de la influencia y la importancia del sector financiero implica un cambio profundo en la relación entre las finanzas y el análisis de los mercados financieros.<sup>3</sup>

Dentro de todo mercado financiero existe cierto grado de incertidumbre<sup>4</sup> al momento de realizar cualquier tipo de transacción, es por ello que sus participantes realizan estudios de situaciones pasadas similares, con el fin de poder tener una noción, no siempre acertada, del posible resultado de dicha situación. Si se diera una ocasión en donde el mercado no presente ninguna situación inesperada y se tenga conocimiento absoluto de los factores internos y externos, todos los participantes deberían de obtener el mismo lucro, sin embargo, desde mi punto de vista, esto sería muy poco probable, ya que los participantes son seres humanos, quienes han sido expuestos a diferentes situaciones a lo largo de sus vidas, y que además tienen diferentes puntos de vista de una misma situación, por lo que es muy poco probable que todos obtengan el mismo resultado. De hecho, existe toda una rama del conocimiento financiero llamada Finanzas Conductuales o Behavioral Finance Behavioral Finance, en donde se establece la importancia de las distintas actitudes que manifiestan los distintos agentes económicos, lo cual viene a determinar en definitiva la posibilidad de experimentar pérdidas ó ganancias.

La presente tesis pretende marcar la importancia de incorporar el estudio de las Finanzas Conductuales al análisis financiero así como el estudio de la psicología y de los agentes económicos como herramientas que permiten realizar estrategias de inversión más completas, precisas y con mayor poder de predicción y de esta manera proponer el

---

<sup>3</sup> Ibidem Pág. 31

<sup>4</sup> El concepto “incertidumbre” empleado en el presente trabajo significa la imprevisibilidad o previsión imperfecta de los sucesos futuros, y no tiene la carga psicológica que se le añade a la palabra cuando se le usa en el lenguaje cotidiano. Diccionario de Economía y Finanzas.

“LAS FINANZAS CONDUCTUALES (BEHAVIORAL FINANCE): UNA NUEVA PROPUESTA EN LA  
EVALUACIÓN DE DERIVADOS”

desarrollo de un enfoque mas certero de inversión donde se proporcione a este análisis financiero las herramientas técnicas básicas que permiten realizar estrategias más completas y con mayor poder de predicción, en contraste a la visión tradicional de la teoría moderna de portafolio con agentes racionales y de mercados eficientes.

El común denominador de las Finanzas Conductuales es sin duda la psicología, bien sea de los agentes individuales o de la masa estructurada. Los primeros trabajos de las Finanzas Conductuales que introducen consideraciones de la psicología de los agentes para demostrar la existencia de sesgos y conductas no racionales aparecen a finales de los años 70’s en artículos de Slovic, A. Tversky y D. Khaneman los cuales de desarrollaran en el primer capítulo. Los aportes expuestos por estos autores referentes a los “*heuristic-driven errors*” y la “*frame dependence*” son considerados los puntos clave de esta nueva ciencia.

El presente trabajo se divide en 3 Capítulos.

En el **Capítulo I** provee una perspectiva general de lo que es la Economía Conductual, comenzando con conceptos básicos y conceptos claves para el claro entendimiento del trabajo, desarrollándose así el punto donde se relaciona las finanzas con la psicología para dar paso a lo que son los ejes temáticos de las Finanzas Conductuales tomando en cuenta elementos claves como el *Homo-Economicus* en las finanzas, se presenta también un tema que aunque no es objeto de estudio del presente trabajo no se puede dejar de lado ni deja de tener relevancia, el Comportamiento Manada (Herd Behvioural).

En el **Capítulo II** se desarrolla la Teoría Moderna de Portafolio y del CAPM así como el Modelo de Markowitz que son a mí parecer de suma importancia para explicar las finanzas. Se hace una descripción de lo que es el Mercado de Derivados, como operan sus instrumentos y su clasificación, así como una breve reseña de cómo surgen estos en dicho mercado. Se presenta también la historia de la burbuja especulativa del tulipán así como el desarrollo que esta tuvo y lo que implico para el mercado de derivados; la diferencia que hay entre un Mercado Over The Counter y un Mercado Organizado.

“LAS FINANZAS CONDUCTUALES (BEHAVIORAL FINANCE): UNA NUEVA PROPUESTA EN LA  
EVALUACIÓN DE DERIVADOS”

En el **Capítulo III** se demostrará como lo marca la hipótesis del trabajo que, el Modelo de las Fianzas Conductuales es más eficiente que el Modelo de las Finanzas Clásicas desarrollando el Modelo de Black Scholes para poderlo comparar *versus* un modelo conductual Behavior Black Scholes . Se utilizaran como instrumento base el cálculo de una opción y se desarrollaran para hacer el análisis comparativo.

Al final se presentan las conclusiones y las consideraciones finales a las que llegué con el estudio de la presente tesis.

## CAPÍTULO I

### ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

Las **Finanzas** están orientadas a la adquisición, financiamiento y administración de los activos. *“Las finanzas se relacionan con la vida de una empresa, el dinero; como se obtiene para financiar el negocio y como debería utilizarse para asegurar su éxito”*<sup>5</sup>. En las empresas también tienen el problema de asignación de recursos y consecución del dinero, por tanto se debe determinar que inversiones hacer y como financiarlas. Las finanzas son un cuerpo de hechos, principios y teorías relacionadas con la búsqueda y utilización del dinero. Trata como los individuos dividen su ingreso entre consumo e inversión. Asimismo, abarca el estudio de mercados financieros e instituciones con énfasis en aquellos aspectos relacionados con decisiones financieras.

El campo de las finanzas abarca muchas sub-áreas, como:

- Finanzas Corporativas
- Finanzas Bancarias
- Finanzas Personales
- Finanzas Empresariales
- Finanzas Conductuales
- Finanzas Familiares

Las normas financieras se basan en los principios y normas contables generalmente aceptadas, esto para homogeneizar la forma de registrar los eventos económicos con el objeto de entregar información que refleje lo más fielmente posible la situación financiera de una entidad, para permitir a ésta y a terceros, la toma de decisiones sociales, económicas y políticas.

---

<sup>5</sup> Delano William H. Finanzas Avanzadas, “La Cobertura de Riesgos Financieros”. Ed. Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas. Pág. 12

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

Para que las finanzas sean eficaces el administrador financiero o persona encargada debe poseer un conocimiento claro de las metas del agente, para elevar al máximo el valor de los intereses de los dueños o accionistas de la empresa. Las Finanzas Conductuales es un terreno novedoso sobre el cual queda mucho por descifrar, e indudablemente, gracias a su realismo y flexibilidad seguirá sumando aportaciones de estrategias financieras en los próximos años. Es claro que el análisis tradicional continuará siendo la columna vertebral de las decisiones de inversión, no obstante, consideramos indispensable para cualquier persona que pretenda operar en el mercado financiero que entienda las razones por las cuales el mercado no refleja el valor teórico de los valores, aprenda a evadir los sesgos emocionales que llevan a cometer persistentemente los mismo errores y a aprovechar las posibilidades de negocio que día a día presentan las llamadas anomalías del mercado.

En otras palabras, para conocer y entender la psicología de la *masa inversora* es de suma importancia por cuanto se logra entender los sesgos de los inversionistas, así como los propios. Y en la medida que se han identificado y reconocido estos errores tanto aplicados como comunes, es factible eliminarlos, reducirlos al máximo e incluso obtener beneficios adicionales. Y esto constituye claramente un valor añadido para el asesoramiento financiero.

### **1.1 La Economía Conductual (Behavioral Economics)**

Dentro de la Economía como ciencia, existe un sub-campo que es la Economía Conductual o Economía del Comportamiento tomando como objeto de estudio el comportamiento de los agentes económicos como productores y consumidores.

En un sentido neoclásico la economía se ha definido así misma como una ciencia “*anti-conductualista*” o “*anti-behavioral*” desde luego, virtualmente todo el comportamiento estudiado por psicólogos cognoscitivos y sociales es ignorado o descartado en una estructura económica.<sup>6</sup> Este aspecto de omitir la conducta en el que el agente económico se

---

<sup>6</sup> Loewenstein Camerer, Rabin. “Advances in Behavioral Economics”. Edits Princeton University Press, 2003. Pág. 9

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

ha defendido sobre los numerosos terrenos; algunos sostuvieron que este modelo era “el mejor”; la mayoría de los otros simplemente argumentaron que el modelo estándar era más fácil de formalizar y prácticamente más pertinente. Por lo tanto, la hipótesis neoclásica interpreta al comportamiento económico a partir de una –y sólo una- racionalidad, consiste en maximizar el beneficio personal o empresarial por medio de decisiones, acordes con las opciones disponibles.

La Economía Conductual o Economía del Comportamiento es la combinación de la psicología y la economía donde se investiga qué sucede en los mercados donde algunos de los agentes humanos muestran las limitaciones y complicaciones en cuanto a decisiones se refiere. Existen tres maneras importantes en que la conducta humana se limita o factores de comportamiento en un modelo económico estándar:

1. La racionalidad que refleja las limitaciones de las capacidades cognitivas humanas.
2. La fuerza de voluntad que por el hecho de que la gente hace elecciones que no son de su completo interés.
3. La personalidad que refleja los intereses de las personas donde nunca estará dispuesto a sacrificar sus intereses por los de alguien más.

Estos factores los podemos aplicar en dos escenas: las finanzas y el ahorro.

Los mercados financieros tienen a un arbitraje mayor por lo tanto las oportunidades que otros mercados son mayores, los factores del comportamiento podrían pensarse que pueden ser menos importantes, pero mostrarse que aun aquí los límites de arbitraje pueden crear anomalías que la psicología ayuda a explicar a partir de la toma de decisiones. Desde un punto de vista del ahorro requiere tanto fuerza de voluntad como de cálculos complejos, los factores del comportamiento son los elementos esenciales en cualquier teoría descriptiva completa.

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

La economía conductual investiga un esquema fundamentado en dos mecanismos primordiales:

1. Identificar las maneras en que el comportamiento difiere desde el modelo estándar.
2. La demostración de como este comportamiento importa en contextos económicos.

Esto es, cuando encontramos un caso en el que en una economía hay dos individuos y el segundo quiere aprender del primero el argumento principal para el presente estudio, es que, los individuos quienes sistemáticamente y coherentemente hacen lo mismo la equivocación harán que aprenda eventualmente a partir de sus errores. Este tipo de argumento tiene también un fundamento teórico. En primer lugar, la literatura óptima de experimentación mostró que puede haber una carencia completa de “aprender parejo” en horizontes infinitos. La intuición aquí es simple porque mientras haya alguna oportunidad servirá para aprender o tratar de experimentar con una nueva estrategia, igualar un complemento “racional” donde el aprendiz o jugador escogerá para advertir a partir de lo aprendido o experimentado.

La teoría de perspectiva fue desarrollada en 1979 por los psicólogos Daniel Kahneman y e Amos Tversky, y más adelante se desarrollará con más detalle, esta permite describir como las personas toman sus decisiones en situaciones donde tienen que decidir entre alternativas que involucran riesgo. Esta teoría es un ejemplo de una teoría económica del comportamiento en que su llave de los componentes teóricos incorporan aspectos importantes de psicología. Se consideran tres aspectos de la teoría de perspectiva que valoran su función.

1. Se define sobre cambios a la riqueza más bien a que niveles de riqueza se puede incorporar el concepto de adaptación.
2. La función de pérdida es más desigual que la ganancia ya que funciona para incorporar la noción de “pérdida y ganancia”; la noción de que esa gente son más sensibles a disminuciones que a aumentos.

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

3. En ambos casos la ganancia y la pérdida funciona en la sensibilidad de la disminución (la función de la ganancia es cóncava, la función de la pérdida es convexa).

De manera más formal, la economía del comportamiento aumenta el poder explicativo de la economía por proveer los establecimientos de ideas psicológicas más realistas. Lo que la economía del comportamiento trata de hacer es aumentar el realismo de un análisis psicológico aplicado al núcleo de la economía mejorando los conocimientos teóricos haciendo mejores pronósticos en el campo de esta ciencia surgiendo una mejor política o una crítica mas exacta; sin embargo, esta convicción o implica un rechazo de la teoría neoclásica donde enfoca a la economía con ase a la maximización de la utilidad, un equilibrio y una eficiencia.

El enfoque Neoclásico es útil porque a los economistas proporciona una estructura teórica que se puede aplicar casi a cualquier forma económica donde se hacen pronósticos discutibles y los rechazos de estos pronósticos sugieren nuevas teorías. El rechazo de la psicología académica por economistas, quizás algo paradójicamente, comenzó con la revolución neoclásica, que construyó una enumeración de comportamiento económico construido desde suposiciones sobre el comportamiento natural del hombre o lo que se le llamo el *homo-economicus*. Ya para el siglo XX, los economistas esperaron que su disciplina fuera como una ciencia natural. La psicología simplemente emergía entonces, y no era muy científica.

### **1.1.1 Los Métodos y Modelos de la Economía Conductual**

Los métodos usados en la Economía Conductual son al igual que en otras áreas de la economía. En sus inicios, la economía del comportamiento confió largamente en la evidencia generada por los resultados que generaban la experimentación. Sin embargo, recientemente los economistas del comportamiento han movido más allá de la experimentación y envolvió la progresión llena de métodos empleados por economistas. La mayoría prominentemente, un número de contribuciones recientes a la economía del

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

comportamiento. Los otros papeles recientes utilizan métodos tal como el campo experimental. Para las Finanzas Conductuales se usan métodos que originan en psicología como herramientas de la investigación, junto con los métodos de investigación de finanzas tradicionales.

Las experimentaciones jugaron un papel grande en la fase inicial de economía del comportamiento porque el control experimental es excepcionalmente útil para dar explicaciones del comportamiento. Experimentos simulando situaciones del mercado como la negociación en bolsa de valores y las subastas son vistas como particularmente útiles, en la medida en que pueden ser usadas para aislar el efecto de una tendencia particular de la conducta; la conducta observada del mercado puede típicamente ser explicada de diferentes maneras, pero experimentos cuidadosamente diseñados pueden ayudar a estrechar el rango de explicaciones plausibles. Los experimentos están diseñados para ser compatibles con incentivos, normalmente mediante transacciones entrelazadas que manejan dinero real.

Los economistas experimentales, por otra parte, se definen a sí mismos en base a su respaldo y uso de experimentación como una herramienta de investigación. Uniforme a esta orientación, los economistas experimentales han hecho una inversión importante desarrollando métodos experimentales novedosos que son apropiados para dirigir puntos económicos, y así lograr un consenso implícito entre sí mismos. Los modelos en economía conductual están normalmente dirigidos a una anomalía particular observada en el mercado y a modificar los modelos neoclásicos estándar describiendo como los que toman decisiones usan la heurística<sup>7</sup> y están afectados por efectos presentación.

Los críticos de la economía conductual normalmente insisten en la racionalidad de los agentes económicos. Replican que la conducta experimentalmente observada es inaplicable a situaciones del mercado como las oportunidades de aprendizaje, y que la competencia asegurará al menos una aproximación cercana a la conducta racional. Otros hacen ver que las teorías cognitivas, como la teoría prospectiva, son modelos de toma de decisiones no generalizados en la conducta económica y son solo aplicables al tipo de problemas de decisión instantánea presentada a los participantes en experimentos o encuestas.

---

<sup>7</sup> Técnica de la indagación y del descubrimiento. En algunas ciencias, manera de buscar la solución de un problema mediante métodos no rigurosos, como por tanteo, reglas empíricas, etc. [www.rae.es](http://www.rae.es)

## 1.2 Corrientes, flujos e influjos de la investigación en finanzas

La división entre finanzas de mercado y finanzas de las organizaciones ha estado siempre presente en el desarrollo de la economía financiera. Rememorando los primeros pasos de su andadura como disciplina académica en Estados Unidos, Merton Miller (2000) atribuye la tensión que siempre existió entre ambas ramas de las finanzas a los diferentes enfoques seguidos por una y otra, a los que denomina: El enfoque micro-normativo de las Escuelas de Negocios y el enfoque macronormativo de los Departamentos de Economía.

Miller subraya las diferencias metodológicas existentes entre estos dos enfoques precisando que mientras que el enfoque de las Escuelas de Negocios centraba su interés en prescribir cuál debiera ser el comportamiento de un tomador de decisiones, fuese éste un inversor individual o un gerente empresarial, que trata de maximizar una función objetivo representativa de la utilidad, del rendimiento esperado o del valor para el accionista, suponiendo dados los precios; los modelos de los Departamentos de Economía asumían un mundo de “microoptimizadores” y derivaban cómo debieran evolucionar los precios del mercado, suponiendo dados los “microoptimizadores”. Ambos enfoques, también en la opinión de Miller, comenzaron a interactuar a partir de los años 50’s dando lugar al “*big bang*” de las finanzas modernas que tuvo su primera gran manifestación en 1952 con la publicación en el *Journal of Finance* del artículo de Harry M. Markowitz “*Portfolio Selection*”.<sup>8</sup>

A partir de ese momento, la interacción entre las finanzas de mercado y las finanzas corporativas aconteció en la denominada síntesis neoclásica de ambos enfoques metodológicos. El desarrollo de una formulación más explícita de la relación entre los mecanismos de valuación del mercado y las decisiones individuales de cartera en incertidumbre, junto a la idea de que las empresas debieran evaluar sus oportunidades de inversión de la misma manera que los inversores valoran los activos financieros, facilitaron la integración de los enfoques micronormativo y macronormativo de las finanzas.

---

<sup>8</sup> Markowitz, H. M. (1952), escribió “Portfolio Selection”, *Journal of Finance*, y en 1990 recibió el premio Nobel de Economía.

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

Alrededor de esta corriente de análisis y de la mano de una generación de economistas financieros, muchos de ellos galardonados luego con el Nobel de Economía (Markowitz, Tobin, Sharpe, Modigliani, Miller, Merton, Scholes), durante el tercer cuarto del siglo XX se sucedieron algunas de las más brillantes aportaciones a las finanzas (Teoría de Carteras; Hipótesis de eficiencia; Modelos de equilibrio de activos financieros; Teoría de la valoración de opciones). Como resultado de tan importante esfuerzo investigador, a mediados de los años 70's el paradigma neoclásico se había adueñado del núcleo duro de la moderna economía financiera.

Por su crucial influjo sobre este proceso de síntesis neoclásica, el trabajo seminal de Modigliani y Miller (1958): *The Cost of Capital, Corporation Finance, and the Theory of Investment*, merece una mención especial. Es bien sabido que fueron estos autores quienes, por primera vez, tuvieron en cuenta la naturaleza del equilibrio en los mercados de capitales a la hora de plantear y resolver los problemas de las finanzas corporativas. Sus proposiciones sobre la irrelevancia de la estructura de capital pueden interpretarse como una proyección de los teoremas de la separación o independencia de las decisiones individuales de consumo e inversión (Fisher) y de inversión y financiación (Tobin) al ámbito de la empresa.

En este sentido, los propios Modigliani y Miller reconocieron que su investigación constituía una extensión de la teoría neoclásica de los mercados de capitales inspirada en Irving Fisher. De hecho, el esquema de análisis adoptado por Modigliani y Miller, basado en el equilibrio parcial y el arbitraje, fue el trampolín del salto metodológico dado por la investigación en finanzas desde su tradicional enfoque descriptivo o normativo a otro de marcado carácter positivo. Como perspicazmente señala Charreaux (1993), comenzaba así la intrusión de la metodología económica neoclásica en el área de la financiación de empresas. Desde entonces, insiste Ross (1988), los economistas ven las finanzas empresariales a través de la metodología de Modigliani y Millar.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Al decir de Ross (1988), la Teoría de Modigliani y Miller supuso una modificación radical del papel del análisis económico en el estudio de la estructura de capital y un cambio fundamental en la orientación de la financiación de empresas al transformar su tradicional enfoque institucional en otro puramente económico.

En referencia a este esquema de análisis puedo decir que: “Se parte de que la empresa debe maximizar su valor en el mercado, y esto debe guiar las finanzas corporativas; a partir de aquí se estudia cómo las diferentes decisiones de inversión y financiación afectan al valor y, en consecuencia, cuáles son más interesantes”. Paradójicamente, sin embargo, cuando describe la estructura del que denomina paradigma de los 70’s, parece dejar fuera del mismo mucha de la investigación en finanzas empresariales desarrollada entre finales de los 50’s y mediados de los 70’s. Expresamente señala que en esos años la estructura del paradigma estaba básicamente construida y los investigadores aceptaban la verdad de su sistema, donde los pilares fundamentales eran la eficiencia de los mercados y los modelos de valuación como el Modelo de Valuación de Activos de Capital (CAPM), o la Teoría del Arbitraje (APT), etc., junto con una aceptación del método de trabajo para seguir avanzando, consistente en crear modelos y contrastarlos estadísticamente en los mercados.

### 1.3 Las Finanzas Conductuales (Behavioral Finance)

#### 1.3.1 Definición

Las Finanzas Conductuales o Finanzas del Comportamiento es un campo nuevo dentro de las Finanzas donde se aplica la investigación científica en las **tendencias cognitivas y emocionales humanas y sociales**, para una mejor comprensión de la toma de decisiones económicas y financieras y ver así como afectan a los precios de mercado, beneficios y a la asignación de recursos. Los campos de estudio están principalmente ocupados con la racionalidad, o su ausencia, de los agentes económicos.<sup>10</sup> Los modelos de comportamiento típicamente integran visiones desde la psicología con la Teoría Económica Neoclásica. Durante los últimos años las Finanzas Conductuales, actuando en calidad de proveedoras de supuestos y alternativas metodológicas, han manifestado inconformidades y críticas que cuestionan la teoría moderna de portafolio. Dichas divergencias, en conjunto con los aportes matemático-estadístico de las medidas soportando el riesgo (*downside risk*), configuran el entorno de la teoría posmoderna de portafolio.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> Elaboración propia en base a la lectura de Hubert Fromlet “Behavioral Finance-Theory and Practical Application - Statistical Data Included” Ed. Business Economics, July, 2001. Pág. 50-59.

<sup>11</sup> Angulo, Javier y Arango, Carlos. “Hacia Una Teoría Posmoderna de Portafolio”. Universidad Externado de Colombia. Colección PreTextos. Primera Edición, Agosto 2003. Pág. 127.

### 1.3.2 Antecedentes

El desarrollo de *La Teoría Moderna de Portafolio* (Modern Portfolio Theory) desde una perspectiva financiera neoclásica donde supone que los inversionistas actúan sin riesgos para maximizar el valor de sus portafolios; es decir, la Teoría Moderna de Portafolio asume que los inversionistas son maximizadores de riqueza bajo expectativas racionales y bajo su propio interés. Estas dos proposiciones implican que los agentes son capaces de responder eficientemente la información disponible y por consiguiente su comportamiento no se verá influenciado por variables ajenas a los fundamentales.

Desde mediados de los años 60's varios autores buscaron incluir argumentos que complementaran este esquema de análisis; de tal modo que, se introdujeron conceptos procedentes de la psicología abriendo el panorama no sólo a lo económico; trabajos como los de Kahneman, Slovic y Tversky que presentaron ideas para la ciencia social probando que había sesgos y reacciones en los inversionistas, incongruentes con los supuestos de racionalidad en la teoría clásica. Kahneman, Slovic y Tversky, han hecho grandes contribuciones en el campo del comportamiento financiero. Slovic destaca las percepciones erróneas acerca del riesgo, comprendió la importancia que los conceptos relativos al comportamiento tienen para las finanzas. Por su lado Tversky y Kahneman tratan de los errores guiados por *heurísticos* para luego abordar el tema de la *dependencia de contexto*.

Basándose en los estudios de Slovic y Tversky, De Bondt y Thaler publicaron su estudio acerca de la representatividad a la fijación de precios de mercado. Su trabajo tiene dos puntos fundamentales:

1. **Los inversionistas reaccionan exageradamente tanto a las malas noticias como a las buenas.** Esta reacción exagerada provoca que en el pasado las acciones perdedoras se sub-valoraran y los títulos ganadores se sobrevaloraran.
2. Usando la idea de efectos de *contexto* aplicado a la realización de las pérdidas (*efecto de predisposición*). **Los inversionistas están predispuestos a conservar las acciones perdedoras demasiado tiempo y a vender los títulos ganadores muy pronto.**

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

Estos dos puntos definieron dos vías para estudiar las implicaciones de los fenómenos del comportamiento: una se centra en los precios de los valores y la otra en el comportamiento de los inversionistas.

En 1978, Paul Slovic publicó un artículo con Howard Kunreuther llamado “**Economics, Psychology, and Protective Behavior**”<sup>12</sup> o “**Economía, Psicología, y la Conducta Proteccionista**” donde presentan que la Economía y una parte de la Psicología tienen muchos intereses en común respecto a la conducta de las personas en el mercado. Sin embargo, estas dos disciplinas tienen tradicionalmente la descripción, predicción, y explicación de la conducta del mercado en diferentes maneras. Los psicólogos han empleado la práctica experimental, haciendo algunas observaciones naturalistas para desarrollar una base empírica de conocimiento. Los economistas han confiado en la teoría de la utilidad, como Herbert Simon y A. C. Stedry. Simon introdujo la noción de “límite de racionalidad” que afirma limitaciones cognitivas que les obligan a las personas a que construyan los modelos simplificados del mundo. Durante los últimos veinte años, el esquema de la teoría de racionalidad limitada se ha descarnado fuera. Se ha aprendido mucho de la conducta, particularmente sobre las limitaciones cognitivas humanas y sus implicaciones para la toma de decisiones hechas ante el riesgo.

La carga financiera de un agente económico que enfrenta pérdidas futuras inciertas a una institución riesgo-productiva es cambiada. Los Economistas han tratado este problema como un problema en el que los precios para los diferentes tipos de políticas son fijos por las fuerzas del suministro y exigen, contratos de contingencia para protegerse contra los diferentes estados o cambios del mundo financiero. Se han atribuido algunos fracasos del mercado observados a la selección adversa y el riesgo moral, problemas que inhiben a aseguradores de promover su producto. El porque algunos economistas se han enfocado en los mecanismos del mercado es, por estudiar los problemas sociales. Los Economistas han asumido que los individuos son maximizadores de utilidad, han acreditado un pequeño esfuerzo a estudiar los procesos de decisión donde que los individuos siguen cuando hay que tomar una acción proteccionista. Por otro lado, los Psicólogos, han estado estudiando el riesgo tomando activamente las decisiones.

---

<sup>12</sup> Slovic Paul y Kunreuther Howard, “Economics, Psychology, and Protective Behavior”, The American Economic Review, Vol. 68, No. 2, Papers and Proceedings of the Ninetieth Annual Meeting of the American Economic Association (May, 1978), Págs. 64-69 Published by: American Economic Association.

En 1987 Paul Slovic escribió un artículo llamado “**Perception of Risk**”<sup>13</sup> o “**Percepción del Riesgo**” donde plantea que los estudios de percepción del riesgo examinan que las personas hacen juicios cuando les piden caracterizar y evaluar actividades arriesgadas. Este trabajo de Slovic apunta para ayudar a analizar el riesgo manteniendo una base entendiendo y anticipándose a contestaciones públicas a riesgos y mejorando la comunicación de información del riesgo entre las personas comunes y corrientes, expertos técnicos, y decisión de fabricantes. Este trabajo asume que aquéllos que en pro de las seguridades necesitan entender cómo las personas piensan y reaccionan sobre el riesgo.

Las contribuciones importantes a nuestro entender de percepción de riesgo en un contexto actual han venido de la geografía, sociología, ciencia política, antropología, y psicología. La investigación geográfica se enfocó en la conducta humana comprensiva ante riesgos naturales, pero ha ensanchado para incluir riesgos tecnológicos también subsecuentemente. En el ámbito sociológico y estudios antropológicos se ha mostrado esa percepción y aceptación de riesgo tienen sus raíces en factores sociales y culturales. En muchos casos, la percepción del riesgo después puede formar como la parte *ex post* de la razón para la propia conducta de uno. M. Douglas y A. Wildavsky afirmaron que las personas, actuando dentro de los grupos sociales, el bajo ciertos riesgos dando énfasis a otros como un medio de mantener y controlar el grupo. La Investigación psicológica en la percepción del riesgo será el enfoque que se originaba en los estudios empíricos de la valoración de probabilidad, valoración de utilidad, y decisión. Un desarrollo mayor en esta área ha sido el descubrimiento de un juego de estrategias mentales, o heurísticas que las personas emplean para sacar sentido de un mundo incierto. Aunque estas reglas son válidas en algunas circunstancias, en otros ellos llevan a los prejuicios grandes y persistentes, con implicaciones serias para la valoración del riesgo. En particular, la investigación en percepciones básicas y las cogniciones han mostrado ser difíciles lazos en procesos de la probabilidad de comprensión desencaminando experiencias personales, y las ansiedades generadas por los juegos de la vida que causa incertidumbre al ser negado. Los juicios de expertos parecen ser muchos de los mismos prejuicios como aquéllos del público en general, particularmente cuando se obligan los expertos a ir más allá de los límites de los datos disponibles y confiar en su intuición.

---

<sup>13</sup> Slovic Paul, “Perception of Risk”, *Science*, New Series, Vol. 236, No. 4799 (Apr. 17, 1987), Págs. 280-285  
Published by: American Association for the Advancement of Science Stable.

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

Con lo que respecta al Paradigma Psicométrico, Slovic nos dice que una estrategia amplia en el riesgo percibido es desarrollar un “taxonomía” para riesgos que pueden usarse, entender y predecir contestaciones a sus mismos riesgos. Un esquema de la “taxonomía” podría explicar, por ejemplo, la aversión extrema de personas a un poco de riesgos, su indiferencia a otros, y las diferencias entre estas reacciones y opiniones de los expertos. El acercamiento más común a esta meta ha empleado el paradigma psicométrico que usa técnicas de análisis multivariable para producir representaciones cuantitativas o “mapas cognitivos” de actitudes de riesgo y percepciones.

Dentro del paradigma psicométrico Slovic dice que, las personas hacen juicios cuantitativos sobre la corriente y desearon riesgo de riesgos diversos. Estos juicios se relacionan entonces a los juicios sobre otras propiedades, como 1) el estado del riesgo en características que se han supuesto para considerar para las percepciones de riesgo y actitudes (por ejemplo, voluntarias, miedo, conocimiento), 2) los beneficios que cada riesgo proporciona a la sociedad, 3) el número de muertes causadas por el riesgo en un medio año, y 4) el número de muertes causado por el riesgo en un año desastroso.

El modelo del riesgo analiza típicamente los impactos de un evento infortunado (como un accidente, un descubrimiento de derrame, sabotaje, producto que manosea) en los términos de daño directos la víctima muerte o sufre de lesiones o daños y perjuicios. Sin embargo, los impactos de tales eventos a veces se extienden lejos, más allá de estos daños directos y pueden incluir costos indirectos significantes (ambos monetarios o no monetarios). En casos extremos, los costos indirectos de una desgracia pueden extender los límites de las industrias, compañías conmovedoras, agencias cuyo negocio se relaciona mínimamente al evento inicial. Una consecuencia de las preocupaciones del público y su oposición a tecnologías arriesgadas ha visto en un aumento en esfuerzos por informar y educar a las personas sobre el riesgo.

Por otra parte, Kahneman y Tversky escribieron dos trabajos que se podrían considerar los de mayor impacto para las Finanzas Conductuales, el primero en 1971 titulado “**Believe in the Law of Small Numbers**” o “**Ley de los pequeños números**”, según la cual los individuos tienden a utilizar la formación disponible sin tener en cuenta el tamaño de la muestra y lo ilustran de la siguiente manera:

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

*Una ciudad cuenta con un hospital grande en el que se registran 45 nacimientos diarios y un hospital pequeño con 15 nacimientos diarios. Aproximadamente el 50% de los nacimientos son niños, pero el porcentaje exacto varía cada día. Durante un período de un año se anotan los días en los que más de un 60% de los nacidos son niños. ¿En qué caso será mayor el número de días registrado? Para el 22% de los encuestados, el hospital grande habrá registrado mayor número de días, para el 56% el número de días será aproximadamente el mismo. Solamente un 22% contestó correctamente que el número de días será superior en el caso del hospital pequeño. Según este trabajo, tiende a ignorarse que la varianza de una distribución que es inversamente proporcional al tamaño de la muestra.*

Muchos comportamientos de la vida diaria parecen obedecer a la ley de los pequeños números. Por ejemplo ya aplicándolo a las finanzas, la tendencia a aceptar estimaciones expresadas en términos de porcentajes sin tomar en consideración el tamaño de la muestra utilizado, el sobrevalorar un fondo de inversión por el hecho de que sus resultados en los dos últimos años hayan sido superiores a la media, o como pone en evidencia la volatilidad del mercado de valores, el sobrestimar las consecuencias de una corta cadena de observaciones independientes.

El otro trabajo fue escrito en 1974 titulado “**Judgement Under Uncertainty: Heuristics and Biases**”<sup>14</sup> o “**Juicios bajo incertidumbre: Heurísticas y Sesgos**”. En este trabajo se describen tres heurísticas que se utilizaban para la toma de resoluciones judiciales o toma de decisiones en condiciones de incertidumbre: (i) la representatividad, que es empleado generalmente cuando las personas se les pide que juzga la probabilidad de que un objeto o un acontecimiento pertenece a la clase o el proceso B, (ii) la disponibilidad de casos o escenarios, que es empleada a menudo cuando las personas se les pide que evaluar la frecuencia de una clase o la verosimilitud de un determinado desarrollo, y (iii) el ajuste de un ancla o anclaje, que se suele utilizar en la predicción numérica pertinente cuando un valor está disponible. Estas heurísticas son muy utilizadas para economía y, por lo general

---

<sup>14</sup> Kahneman, D y Tversky, A. “Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases”. Science, vol. 185 1975. Págs. 24-31.

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

eficaces, pero dan lugar a errores sistemáticos o metódicos y previsibles. Una mejor comprensión de estas heurísticas y de los sesgos en los que podría dar lugar a mejorar los fallos y las decisiones en situaciones de incertidumbre.

Considerando que la heurística es una estrategia que puede aplicarse a una variedad de problemas donde por lo general, se obtiene una solución correcta. Las personas a menudo utilizan la heurística para reducir la complejidad de problemas más simples con operaciones de juicio o toma de decisiones. Tres de las más populares heurísticas se discuten en este artículo:

- a) **Representatividad heurístico:** ¿Cuál es la probabilidad de que una persona (Carlos, muy tímido y retirado el hombre) pertenece al grupo B (bibliotecarios) o al C (bailarinas exóticas)? En respuesta a estas preguntas, la gente suele evaluar las probabilidades por el grado en que es un representante de B o C (la timidez de Carlos parece ser más representativo para los bibliotecarios que para bailarinas exóticas) y, a veces, el abandono tipos de base.
- b) **Disponibilidad heurística:** Esta heurística se utiliza para evaluar la frecuencia o probabilidad de un evento sobre la base de la rapidez con casos o asociaciones que vienen a la mente. Cuando los ejemplos o asociaciones son fácilmente traídos a la mente, este hecho conduce a una sobreestimación de la frecuencia o probabilidad de este evento. Ejemplo: La gente está sobrevalorando la tasa de divorcio si pueden encontrar rápidamente ejemplos de amigos divorciados. La gente tiende a estar sesgada por la información que es más fácil de recordar. Ellos son movidos por la información que está bien publicado, o es reciente. La gente también tiende a estar sesgados por los ejemplos que pueden recuperar fácilmente.
- c) **Anclaje y ajuste:** Las personas que tienen que hacer los juicios en condiciones de incertidumbre usan esta heurística a partir de un cierto punto de referencia (ancla) y luego ajustar lo suficiente para llegar a una conclusión definitiva.

Estos trabajos fueron la referencia que tomaron R. Thaler y H. Shefrin para la redacción de un artículo sobre “el rompecabezas de los dividendos”. Posteriormente H. Shefrin y M. Statman desarrollaron un ensayo donde hacían referencia al efecto de disposición (*disposition effect*), esto es que, los inversionistas están dispuestos a retener las acciones perdedoras por mucho tiempo, mientras que tienden a vender demasiado rápido las acciones ganadoras. Estos artículos preservaron dos principales ramas de estudio de las FC, la primera dedicada a los precios de las acciones y la segunda al comportamiento de los inversionistas.

En 1979 Kahneman y Tversky escriben “**Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk**”<sup>15</sup> o “**Teoría de la Perspectiva: Un Analisis de Decisiones bajo riesgo**” como una alternativa realista o psicológicamente una teoría de la utilidad esperada. Permite una para describir cómo las personas tomar decisiones en situaciones en las que tienen que decidir entre alternativas que implican un riesgo, por ejemplo, en las decisiones financieras. A partir de la evidencia empírica, la teoría describe cómo los individuos van a evaluar las posibles pérdidas de las ganancias. En la formulación original el término se refiere a la *perspectiva de* una lotería.

La teoría describe los procesos de decisión. Este tipo de decisiones consta de dos etapas, la edición y la evaluación; en la primera, los posibles resultados de la decisión están ordenados siguiendo algunas heurísticas. En particular, las personas que deciden los resultados que consideran básicamente idénticos, y establecen un punto de referencia inferior y considerar los resultados como pérdidas y ganancias como mayor. En la siguiente fase de evaluación, las personas se comportan como si se calcular un valor (utilidad), sobre la base de los resultados potenciales y sus respectivas probabilidades, y luego elegir la alternativa que presentan una mayor utilidad.

La formula que Kahneman y Tversky plantean es para asumir la fase de evaluación (en su forma más simple), dados por  $U = w(p_1)v(x_1) + w(p_2)v(x_2) + \dots$ , donde  $x_1, x_2 \dots$ , son los posibles resultados y  $p_1, p_2 \dots$ , son sus respectivas responsabilidades,  $v$  es el llamado valor de la función que asigna un valor a un resultado.

---

<sup>15</sup> Kahneman, D. y Tversky, A. “Prospect theory: An analysis of decision under risk”, *Econometrica*, 47 1974, Págs. 263-291.

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

Ya para la década de los 80's, las evidencias empíricas que desvirtuaban las conclusiones y resultados estadísticos del CAPM como modelo de valoración de activos en el mercado de capitales empezaron a tomar fuerza; diversas fragilidades a las predicciones del modelo y a la Hipótesis de Eficiencia de Mercados Financieros (**HEMF**) dieron origen a las denominadas anomalías como:

- **Efecto Enero.** En términos generales esta anomalía consiste en que una parte sustancial de la rentabilidad anual de los mercados de valores se concentra específicamente en el primer mes del año. El constante estudio de este efecto ha llevado a determinar con mayor exactitud que el horizonte de tiempo específico en el que se observan los retornos extraordinarios en la bolsa es entre el 31 de diciembre y la primera semana de enero. Con lo cual se ha intentado explicar por algunos factores como: 1. muchos inversores venden sus acciones con pérdida antes de terminar el año para reclamar una pérdida o disminución de capital con propósitos tributarios. 2. las aportaciones a los fondos de pensiones se hacen a finales de diciembre y este dinero debe invertirse a comienzos del próximo año. 3. Los inversores suelen recomponer sus carteras a principios del año y tras las ganancias del anterior ejercicio la renta variable es una apreciable opción.), efecto fin de semana.
- **Efecto Fin de Semana.** Por lo general, y aplicando la lógica, las personas piensan que los operadores del mercado tenderán a vender activos al finalizar la semana, es decir, los viernes, para no tener que incurrir en el riesgo asociado a tener posición durante el fin de semana, cuando no es posible negociar y cuando cualquier noticia puede sorprender. En otras palabras, y siendo más coloquiales; para poder dormir un poco más tranquilos. Esta misma lógica lleva a pensar que el lunes el mercado subirá con las compras de todos aquellos que cerraron posiciones el viernes. No obstante, en la práctica lo que se observa es justamente lo contrario. Los viernes el mercado presenta un comportamiento positivo y el lunes negativo. También se ha identificado rendimientos negativos los martes, excluyendo EUA y Canadá, pero la explicación convencional a este fenómeno es el efecto de los retornos negativos del lunes del mercado norteamericano en el resto del mundo por la diferencia horaria.

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

Esto evidencia la existencia de lo que podríamos llamar efecto contagio por las fuertes correlaciones que existen entre las principales bolsas mundiales.

Por un lado la introducción de ideas provenientes de otras ciencias sociales (psicología, sociología, economía, entre otras) permite explicar por qué los agentes y el mercado no se comportan necesariamente de manera homogénea y constante de tal forma que, no necesariamente el perfil del inversionista maximizador será bajo las mismas estrategias. Por lo tanto las Finanzas Conductuales han desarrollado una crítica estructurada a la Hipótesis de Eficiencia de Mercados Financieros que parten de las anomalías que existen en los mercados financieros.

### 1.3.3 Los Tres Ejes temáticos de las Finanzas Conductuales

Los tres ejes temáticos de las Finanzas Conductuales son: 1. Los Sesgos Heurísticos (*heuristic-driven bias*), 2. La Dependencia de la Forma (*frame dependence*) y 3. Los Mercados Financieros Ineficientes (*inefficient markets*).

#### 1. Sesgos Heurísticos.

A diferencia de las finanzas tradicionales que suponen que los agentes procesan perfectamente la información, utilizando herramientas económicas y estadísticas de manera correcta y eficiente, las FC sostienen que los inversionistas tienen sesgos y siguen reglas no rigurosas (*rules of thumb*) en el proceso de toma de decisiones que los lleva a cometer errores de manera sistemática. Estos patrones, que llegan a convertirse en “verdades” y hábitos para la persona, son cómodas herramientas en la medida que actúan como “atajos mentales” para resolver problemas.<sup>16</sup>

Un ejemplo claro para dilucidar los sesgos heurísticos son los deportes. Un golfista aprende a jugar y llega a sus propias conclusiones de cómo hacer el *swing* mediante prueba y error.

---

<sup>16</sup> Angulo, Javier y Arango, Carlos. Op. Cit. Pág. 102.

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

No sigue conscientemente avanzados métodos físicos ni estadísticos (masa, aceleración, fuerza, probabilidad, etc.) para determinar cuál es el golpe que debe hacer en cada situación para minimizar el riesgo a fallar, sino que de acuerdo a su experiencia intenta aplicar su propia idea sobre el *swing* adecuado. Esta situación se aplica en otros deportes, en el billar y en muchas situaciones de la vida diaria. No obstante, el problema de estas reglas no rigurosas surge cuando las personas empiezan a utilizarlas de manera confiada y amplían la aplicación de estos “atajos mentales” para solucionar otro tipo de problemas. Así, se hacen deducciones erróneas y se interpreta con matices la información disponible.

Dentro de los principales errores que se destacan en este marco de sesgos heurísticos se encuentran los siguientes:

### **- Representatividad.**

Consiste en que las personas tienden a juzgar y a tomar decisiones basados en estereotipos y en los acontecimientos más recientes. Se le otorga demasiado peso a los últimos hechos observados y se espera que se sigan produciendo en el futuro. En el mercado de valores se evidencia en el hecho de que se tiende a preferir las acciones con un excelente comportamiento reciente, mientras que se evitan los valores con mal desempeño reciente.<sup>17</sup> Los inversores son mucho más optimistas frente a acciones “ganadoras” que frente a acciones que han perdido terreno últimamente. Un estudio sobre este *winner-loser effect* (Werner De Bondt y Richard Thaler, 1987) ha demostrado que las acciones con grandes pérdidas en los últimos 3 años tienen un desempeño en términos de rentabilidad muy superior frente a las grandes ganadoras en los siguientes 3 años. Así pues, es claro que la representatividad induce a la sobreacción de los agentes frente a la nueva información que llega al mercado.

### **- Exceso de Confianza.**

Los seres humanos tienden a fiarse excesivamente de sus capacidades y de sus conocimientos. Nos cuesta darnos cuenta que podemos estar equivocados, que en ocasiones simplemente no lo podemos lograr por nuestros propios medios o que hay muchos

---

<sup>17</sup> *Ibíd.* Pág. 104.

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

individuos que lo pueden hacer mejor que nosotros.<sup>18</sup> Este hecho es fácilmente comprobable. Basta con preguntarle a un grupo de personas si respecto a la media se considera más inteligente, menos inteligente o igual de inteligente. Seguramente la gran mayoría respondería que se considera más inteligente, con lo cual tenemos que ya hay bastantes con exceso de confianza.

Un estudio sobre una pregunta similar, referente a si se considera mejor conductor que la media, peor conductor que la media o igual a la media, ha arrojado que entre el 65% y el 80% de las personas responden que se consideran mejores conductores que el promedio.

### **- Anclaje y Ajuste.**

Como lo mencione anteriormente, consiste en que los analistas del mercado no revisan con suficiente precisión y periodicidad las estimaciones de resultados de las compañías. Es decir, a pesar de que surja nueva información relevante suelen anclarse a sus predicciones iniciales y a los resultados históricos, y asimismo, cuando constatan que pueden estar equivocados son muy conservadores a la hora de ajustar sus proyecciones.<sup>19</sup>

### **- Aversión a la Ambigüedad.**

Las personas prefieren lo que les suena familiar y tienden a evitar lo extraño, esto se puede traducir como miedo a lo desconocido. Las agentes pueden elegir opciones no óptimas por el simple hecho de enfrentarse ante una posibilidad que a su modo de ver sea ambigua y no comprenda del todo.

### **- Emoción y Cognición.**

Muchas veces la razón y la lógica son nubladas por las emociones de las personas. Un ejemplo de ello es el constante error de sobreestimar la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento que rara vez sucede por el hecho de que hace poco ocurrió y se encuentra

---

<sup>18</sup> *Ibíd.* Pág. 105.

<sup>19</sup> *Ibíd.* Pág. 106.

fresco en la retentiva de las personas. Es así como la vivencia de un suceso cuya asiduidad es muy baja termina por alterar significativamente las perspectivas de las personas. Un caso típico sería un accidente aéreo; una persona que ha sufrido uno puede decidir no volver a subir nunca a un avión, pese a que es un accidente de este tipo es un hecho con probabilidades muy bajas, y que a la misma persona le vuelva a suceder pues las probabilidades son muchísimo menores. En la esfera financiera el ejemplo podría ser un *crash* bursátil; no es algo que pasa todos los años ni todos los meses pero mucha gente está siempre a la expectativa del próximo.

## 2. Dependencia de la forma.

La teoría convencional sostiene que los agentes toman decisiones únicamente basados en el binomio riesgo-rentabilidad. Es decir, que todas las decisiones de inversión dependen exclusivamente del análisis objetivo de volatilidad y retorno esperado. No obstante, las FC consideran que la toma de decisiones de los agentes está altamente influenciada por el marco en que se expone el problema. En otras palabras, la forma en la cual se presenta la información incide sobre la percepción de riesgo y rentabilidad que las personas utilizan para elegir inversiones.<sup>20</sup>

En este sentido, es claro que en la práctica no toda la información de que se dispone es transparente, es más, resulta conveniente examinar con cautela el marco en que se presentan los resultados y los balances de las compañías pues tanto la contabilidad “creativa” como la habilidad de persuasión oral pueden en muchos casos disfrazar detalles relevantes para el inversionista a la hora de elegir. Incluso la forma en que se redacta una nota de prensa, el lenguaje que utilice el *management* para dar el *guidance*, una noticia en un noticiero o diario y la forma en que un analista valora una empresa pueden llevar a tomar decisiones inducidas erróneas.

Un caso concreto de ello es como en la parte más alta de la burbuja americana en marzo de 2000, la recomendación de cerca del 73% de los analistas era comprar. Lo que llama particularmente la atención es que a finales del 2000, y frente a la fuerte caída tras el estallido, la recomendación de más del 70% continuaba siendo de comprar. Es acá donde

---

<sup>20</sup> *Ibíd.* Pág. 108.

surge la duda sobre la transparencia de la información. Pues por un lado sabemos que los inversores no siempre procesan la información de manera perfecta, pero el problema se agudiza si adicionalmente se le suma que la información al alcance no sea transparente. Así pues, mientras los clientes pensaban que por fundamentales la acción estaba “barata” pues el valor intrínseco y el precio objetivo se encontraba por encima del nivel actual, muchos de los analistas que emitían estos conceptos consideraban que no era así.

Uno de los ejemplos concretos investigados por el fiscal de Nueva York, Eliott Spitzer, fue sobre el respetado analista de acciones tecnológicas de Merrill Lynch, Henry Blodget, que a la vez que recomendaba al público comprar determinadas acciones, comentaba vía email al interior de la firma que esos valores eran basura. Este caso se cerró en 2002 tras un pago de US100 millones por parte de la firma para clausurar el asunto.<sup>21</sup>

Un ejemplo muy sencillo para ilustrar este punto de dependencia de la forma es el propuesto por Kahneman y Tversky (1979): suponer que se debe escoger entre dos opciones de inversión: a) aceptar una pérdida segura de US7.500, o b) tener la posibilidad de perder US10.000 con un 75% de probabilidad o bien de no perder nada con un 25% de probabilidad. La mayoría de las personas escogería la opción b por el hecho de que ofrece la oportunidad de no perder nada. Pero si la persona hiciera un análisis objetivo riesgo-rentabilidad se daría cuenta como se muestra a continuación que cualquiera de las opciones sería igual para él.

#### **- Aversión a las pérdidas.**

Del anterior ejercicio se puede ver que las personas tienen una predisposición a evitar o evadir una pérdida segura.<sup>22</sup> Por naturaleza a nadie le gusta perder –y menos cuando se trata de dinero- por lo cual se suele aprovechar cualquier oportunidad para impedirlo. En el mismo estudio de Khaneman y Tversky se halló que una pérdida tiene 2.5 veces mayor impacto psicológico que una ganancia de la misma magnitud y una manera muy sencilla de corroborarlo es preguntándole a cualquier persona que maneje recursos de clientes cómo

---

<sup>21</sup> Shefrin, Hersh. “Beyond Greed And Fear. Understanding Behavioral Finance and the Psychology of Investing”. Oxford University Press. 2002.

<sup>22</sup> Angulo, Javier y Arango, Carlos. Op. Cit. Pág. 110.

reaccionan ante utilidades y cómo reaccionan ante pérdidas.<sup>23</sup> En este tipo de error suelen incurrir también los ejecutivos corporativos a quienes algunas veces cuesta mucho trabajo clausurar un proyecto ineficiente porque están obstinados en su viabilidad.

Cuando la gente tiene algo gratificante lo quiere ya, tiene miedo a perderlo, mientras que cuando se enfrenta a algo desagradable trata de evadirlo o posponerlo. Es así como esta tendencia normal del ser humano es destructiva en el mercado por cuanto lleva a que se de lo que en el argot financiero se conoce como *Take profits too quickly and take losses too slowly*, cuando lo que se debe mentalizar es justamente lo contrario; cortar las pérdidas y dejar correr las ganancias. Esto no es una tarea fácil pues “the problem is that trading triggers many instinctive and emocional reactions and because these reactions are so deeply buried within the functioning of our brain it is difficult for us to override them”.

Esto igualmente lleva a que se hagan demasiadas operaciones cuando lo que se debe buscar es la selectividad, saber cuando se debe “jalar el gatillo” y cuando no.<sup>24</sup>

#### - “Get-evenitis”

Del fenómeno psicológico de aversión a las pérdidas se deriva lo que en inglés se conoce como *riding losers too long* o mantener posiciones perdedoras por mucho tiempo. La gente tiene una fijación extrema con el precio al que compró, y por tanto, muchos inversionistas prefieren esperar el tiempo que sea necesario antes que vender a pérdida. En otras palabras es la búsqueda de segundas oportunidades, de revanchas, de desquites. No quieren perder la esperanza de que en algún momento ganarán dinero, o al menos, salir de la posición sin pérdida, en “ceros”.

De hecho el famoso caso del Barings y Leeson en 1995 es una de muchas demostraciones de esta “enfermedad” de “salir sin pérdida”. Y se puede decir que “esto a su vez es un factor destructivo pues vulnera la serenidad del agente restando objetividad y criterio a sus decisiones de inversión. En esencia, una gran aversión a las pérdidas que lleve a una toma constante de oportunidades de desquite es un factor que destruye portafolios de inversión”.

---

<sup>23</sup> Citado por Shefrin, Hersh. Op. Cit. Pág. 24.

<sup>24</sup> Aragón Alberto, Calzada J. María, García Alfredo. “Aplicaciones de Redes Neuronales en Economía”. Universidad de Valencia. Pág. 3.

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

Para finalizar este apartado de dependencia de la forma, citaré a Leroy Gross para confirmar una vez más la relevancia del manejo del lenguaje. En su manual para brokers de acciones enseña el procedimiento para comunicar una pérdida:

“When you suggest that the client close at a loss a transaction that you originally recommended and invest the proceeds in another position you are currently recommending, *a real act of faith has to take place*. That act of faith can more easily be effected if you make use of some transitional words that I call “magic selling words”... “transfer your assets”.<sup>25</sup>

Las personas reaccionan o actúan muchas veces de acuerdo a la manera en que sus problemas de decisión son enmarcados. No solo el fondo sino la forma pueden modificar las decisiones de los agentes. Claramente los individuos prefieren que los mensajes se le transfieran de una manera que los haga sentir cómodos. En síntesis, por un lado, tanto en la vida cotidiana como en el mercado financiero se debe ser muy hábil en la utilización de eufemismos; -o según la Real Academia Española- en la “manifestación suave o decorosa de ideas cuya recta y franca expresión sería dura o malsonante”. Pero de otro lado, y sobre todo como inversor individual, se debe tener precaución al recibir e interpretar la información que se trasmite por cuanto puede resultar ser opaca, poco diáfana, e inducir a elecciones sub-óptimas.<sup>26</sup>

### 3. Mercados Ineficientes

Mientras los seguidores de la postura clásica concluyen que el mercado es eficiente por cuanto los precios reflejan los valores fundamentales, la corriente conductual afirma que los sesgos heurísticos y los errores derivados de la presentación de la información hacen que los precios se desvíen constantemente de su valor intrínseco. Es decir, se puede concluir que unos son causa y el otro efecto; los continuos errores de la irracionalidad humana analizados en los apartados anteriores conllevan a que el mercado no sea eficiente y a que existan posibilidades de obtener retornos anormales.<sup>27</sup>

---

<sup>25</sup> Angulo, Javier y Arango, Carlos. Op. Cit. Pág. 130.

<sup>26</sup> Citado por Shefrin, Hersh. Op. Cit. Pág. 27.

<sup>27</sup> Angulo, Javier y Arango, Carlos. Op. Cit. Pág. 132.

### 1.3.4 Teoría del Comportamiento de Portafolio

Debido a una serie de irregularidades dentro de los mercados localizadas principalmente en la ponderación de los activos por parte de los inversionistas y en la aparición de sesgos heurísticos que pueden comportarse como cualquier variable psicológica, los teóricos de las FC han formulado un modelo de selección y asignación de portafolio teniendo en cuenta una estructura piramidal de los activos. Voy a dar brevemente una explicación solo para saber en que consiste este modelo, aclarando antes que el comportamiento del inversionista varía de acuerdo a los resultados que haya obtenido en sus últimos procesos de selección, es por esto que se va a ver condicionada tanto su percepción frente al riesgo como su objetividad analítica.

Para seguir con el comportamiento del inversor antes de entrar a hablar de la estructura piramidal, podemos decir que en el momento en el que se va a tomar una decisión entran a jugar dos factores claves: la Esperanza y el Miedo, estos dos factores pueden llegar a ser realmente influyentes dentro del proceso de selección. En la medida en que los resultados favorezcan el objetivo inicial la esperanza tendrá más fuerza y se convertirá en orgullo, esto se podrá lograr con buenas políticas y alternativas de inversión. Pero si pasa todo lo contrario el miedo a través de la ansiedad se podrá convertir en arrepentimiento lo que nos conducirá a errores posteriores. La combinación de estos factores medirá el grado de aversión al riesgo el cual será muy importante para entrar en la estructura piramidal.

Ahora haré un breve análisis de la estructura piramidal a la cual hace referencia la teoría. Esta estructura parte del ordenamiento de los activos financieros según su grado de riesgo-retorno, liquidez y el objetivo del inversionista (*yield, growth, safety*). De esta forma encontraremos en la base de la pirámide los activos menos riesgosos, a medida que se va escalando el inversionista se encontrará con activos de mayor volatilidad. De este modo podemos ver que a medida que se van seleccionando los activos vamos viendo el grado de aversión al riesgo de nuestro inversor que se relaciona con lo mencionado anteriormente del miedo-ansiedad y esperanza-orgullo.

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

Los escalones se pueden dividir en dos categorías: una que sirve como protección al riesgo y otra que sirve como vehículo para aprovechar las oportunidades de inversión, estos son conocidos como “*down protection*” y “*upside potencial*” respectivamente. Para un inversionista bajo el modelo de Markowitz la inclusión de un nuevo título en su portafolio se evaluará en términos de la máxima varianza que estaría dispuesto a aceptar por un incremento de 1% en el retorno esperado (*reward to variability ratio*), por lo tanto, los inversionistas conductuales tendrán en cuenta también otros factores como la minimización del miedo y el arrepentimiento, factores que varían con el paso del tiempo.

Independientemente del tipo de escalón según las preferencias del inversionista, el número de títulos que serán incluidos en cada uno de éstos estará determinado por otra clase de factores como:

- La función de utilidad del inversionista; la cual tendrá como aporte que entre mayor sea la tasa marginal de sustitución más activos serán incluidos.
- Los costos de transacción; los cuales a mayores costos menor número de valores dentro del portafolio.
- Cantidad de riqueza asignada a cada escalón; nos dará un mayor número de títulos en ese segmento.
- Grado de aversión a la realización de pérdidas; lo que nos dará que a mayor grado de resistencia más activos por escalón para evitar una pérdida.
- Las expectativas sobre la distribución de los retornos; es decir que a mayor cantidad de información privilegiada menor número de valores en cada escalón.

Es decir, la teoría del comportamiento propone un modelo descriptivo que a partir de las premisas aportadas por la escuela clásica se da a conocer una metodología alternativa en la cual se tienen supuesto más especializado sin dejar a un lado las observaciones prácticas relacionadas con los aspectos psicológicos de los inversionistas. Esta nueva teoría propone un esquema conceptual con mayor capacidad de resolución de problemas y más dinámico que se adapta mejor al actual contexto de los mercados.

#### 1.4 El Homo-Economicus en las Finanzas

En la literatura de la teoría clásica neoclásica de la economía encontramos que, los seres humanos se describen tan racionales, tomando las decisiones en una situación de claridad completa. Este humano con decisiones casi perfectas, es entendido como “*Homo-Economicus*” donde siempre buscara perfeccionar el beneficio destinado. El Homo-Economicus consigue información completa que tiene un impacto sobre su o sus alternativas y decisiones.

El Homo-Economicus son palabras latinas que significan “hombre económico” utilizadas para designar una abstracción necesaria para la construcción de teorías económicas: el hombre económico es aquel que maximiza su utilidad, tratando de obtener los mayores beneficios posibles con el menor esfuerzo. *El Homo-Economicus*, obviamente, no es una descripción de ninguna persona real sino un modelo de comportamiento que resulta útil para entender lo que sucede en los múltiples intercambios económicos que se realizan en las sociedades humanas. Puede decirse entonces que toda persona, en la práctica, actúa alguna vez o en algún sentido como un hombre económico, pero que ello sólo puede considerarse como una abstracción de una parte de su conducta, la que precisamente interesa para la formulación de la teoría económica. Las leyes económicas consideran que los *homo-economicus* tienen diversas preferencias y buscan diversos fines, pero los igualan en cuanto a la conducta racional que despliegan para obtenerlos.

Herbert Simon (1955) reconoció que el homo-economicus era un elemento poco realista de la teoría económica. Karl-Erik Wurneryd (1999) escribe sobre Simon que “él ha sido un líder en el campo de investigación cognitiva y dado la respetabilidad temprana por decisiones y psicología cognitiva”. Simon (1986) escribió para si mismo, “Nosotros necesitamos teorías empíricas válidas donde haya una serie de combinaciones en las operaciones de negocio así como de decisiones de inversiones. Sin embargo, Milton Friedman (1953) dijo: “La teoría no puede ser probada y comparada por las suposiciones directamente con la realidad”; desde luego, no hay manera significativa en que esto pueda hacerse. Tal vez Simon y Friedman no son completamente contradictorios. Simplificar las suposiciones en modelos básicos no descarta correcciones realistas.

### 1.5 Comportamiento Manada (Herd Behaviour)

El Comportamiento Manada o *Herd Behaviour* se puede analizar desde una perspectiva en la que aunque el comportamiento de cada agente de manera individual pueda estarse mostrando de manera racional, existen momentos en los que se observa un comportamiento colectivo irracional, que ocurre cuando varios participantes del mercado consideran que el juicio de otros participantes es el adecuado porque probablemente cuenten con mejor información, y en consecuencia deciden imitar sus acciones<sup>28</sup>. Esta situación conduce a una sobre-reacción en los mercados que amplifica cualquier movimiento inicial. Por ejemplo, las noticias pueden funcionar como factor indicador de una cadena de eventos que pueden modificar fundamentalmente las percepciones del público sobre el mercado y en condiciones de alta incertidumbre se convierten en un conductor para este tipo de eventos.

Por ejemplo, Alejandro Villagómez en su artículo publicado en 2006 titulado “*Incertidumbre e Irracionalidad*” hace énfasis al plantear que en condiciones de alta incertidumbre, existe el riesgo de que acciones irresponsables conduzcan a “comportamiento manada” en los mercados, provocando sobre-reacciones y periodos de alta volatilidad que a muy pocos benefician. La incertidumbre es un factor natural en los mercados y a lo largo de la historia se ha tenido que aprender a convivir con ella. Se han desarrollado diversas teorías y modelos que permiten capturar esta incertidumbre y que buscan explicar cómo reaccionan los individuos y los mercados ante su presencia. Lo cierto es que este factor juega un papel crucial en el comportamiento inmediato o de corto plazo de los mercados. El hecho es que en estos mercados existe una gran cantidad de participantes, los cuales poseen información incompleta y cuyo procesamiento no es del todo adecuado.

El comportamiento gregario o imitativo es aquel en el que cada individuo observa lo que hacen las otras personas a su alrededor para posteriormente imitar su comportamiento y describe cómo los individuos de un grupo pueden actuar juntos sin una dirección planificada. El término se aplica al comportamiento de animales en manadas y a la conducta humana durante situaciones y actividades, tales como las burbujas financieras especulativas que desarrollaré en el siguiente capítulo, manifestaciones callejeras, eventos deportivos, disturbios sociales e incluso la toma de decisiones, juicio y formación de

---

<sup>28</sup> Rook, Laurens. “An Economic Psychological Approach to Herd Behaviour”. *Journal of Economic Issues* XL (2006). Págs. 75-95.

## ¿QUÉ SON LAS FINANZAS CONDUCTUALES?

opinión de todos los días. Un grupo de animales huyendo de un depredador muestra la naturaleza del comportamiento imitativo donde refleja que la manada actúa como una unidad en movimiento conjunto, pero su función emerge del comportamiento no coordinador de los animales y en la sociedad de los individuos que buscan su propio bienestar y actúan imitando a los demás.<sup>29</sup>

El comportamiento imitativo puede ser visto, por ejemplo, en los brokers que, usando las mismas herramientas para analizar los distintos activos, observan las mismas tendencias; a agentes que siguen rumores que se propagan; a grandes transacciones que inducen a otros agentes a seguir la misma acción; o debido a inversores que operando desde su casa siguen las sugerencias de la sección financiera de su matutino. Si los agentes tomaran sus decisiones de qué y cuándo comprar independientemente unos de otros, el mercado se movería aleatoriamente. En el lado opuesto, si todos los agentes tuvieran exactamente la misma información esperaríamos que tomaran las mismas decisiones y por tanto actuarían al unísono. Lo que ocurre en un caso intermedio es que se forman grupos de distintos tamaños que hacen fluctuar los precios en función de su tamaño. La distribución de tamaños de grupos viene controlada por la velocidad de propagación de la información. Si ésta es pequeña los grupos serán mayormente pequeños ya que no da tiempo a formar grupos grandes; por el contrario si la velocidad de transmisión de la información entre los agentes es elevada, esto da lugar a la formación de grupos grandes y a la posibilidad de producir grandes fluctuaciones.

La teoría económica convencional asume un comportamiento racional de los participantes en los mercados. Sin embargo, las limitaciones de la economía tradicional y la teoría de los mercados eficientes a la hora de dar respuesta a preguntas como la anterior llevaron hace tiempo al desarrollo de teorías alternativas como las Finanzas Conductuales (*Behavioral Finance*). El estudio de esta línea teórica ofrece explicaciones a la volatilidad de los mercados apoyándose en la psicología, como el “comportamiento de manada” (*herd behaviour*), como situaciones en las que resulta óptimo para un individuo, habiendo observado las acciones de los que le preceden, seguir el comportamiento del individuo predecesor sin considerar su propia información.<sup>30</sup>

---

<sup>29</sup> W. D. Hamilton, “Geometry For The Selfish Herd”. *Journal of Theoretical Biology*, Volumen 31, número 2. Págs. 295-311.

<sup>30</sup> Eguíluz, V. M. y Zimmermann, M. G., “Transmission of information and Herd Behaviour: an application to Financial Markets” (2000), *Phys. Rev. Lett.*, 85 Págs.

## CAPÍTULO II

### LA TEORÍA DE PORTAFOLIO Y EL MERCADO DE DERIVADOS

#### 2.1 La Teoría Moderna de Portafolio

En este apartado se definirán lo que es la Teoría Moderna de Portafolio desarrollando así pues el Modelo de Valuación de Activos de Capital (CPAM) el Modelo de Markowitz y el Mercado de Derivados analizando un poco la historia y evolución de este.

La investigación y aportación financiera que hizo Markowitz y su aplicación en el análisis de la varianza mostró matemáticamente como el riesgo de las existencias y obligaciones individuales hacen sus contribuciones a riesgos y el regreso de una cartera financiera, mas adelante se desarrollara este modelo en el presente trabajo. Tal análisis significa que es el punto de partida para las decisiones financieras y las consideraciones de diversificación. Además, el modelo de Markowitz era la herramienta fundamental para William Sharpe (1964) cuando él introdujo qué Grinblatt y Titman lo que llaman “la herramienta más usualmente usada para la valorización de seguridades y proyecto al CAPM (*Capital Asset Princig Model*)”. La Academia Sueca Real de Ciencias en 1990 nombró al CAPM como “*la parte medular la teoría moderna de portafolio para los mercados financieros*”.

Los resultados tempranos de la **Teoría Moderna de Portafolio** reconocen en la literatura económica tal como Samuelson y Nordhaus (1995), quienes dicen sobre el trabajo de Sharp: “cada gerente de cartera usa estas técnicas para sostener su intuición en elegir y tomar decisiones”. Así, la contribución de las Finanzas Conductuales no es para disminuir el trabajo fundamental que ha sido hecho por Markowitz, Sharpe, y otros pioneros en la Teoría Moderna de Portafolio. Más bien, está examinar la importancia de suposiciones del comportamiento poco realistas tranquilizadoras empotrado en el homo-economicus y así aplicando esta teoría obteniendo algo mas realista conforme a las decisiones financieras. Sin estas contribuciones de las Finanzas Conductuales, los aspectos financieros de mercado seguramente no podrían entenderse.

Los Neoclásicos piensan que la teoría financiera explica particularmente la situación de cuando muchos jugadores en mercados financieros consiguen juntos colocar precios y hacen negocios en un mecanismo predecible y colectivo que trabaja sin problemas y donde todos los participantes interactúan en el mercado. Sin embargo, los economistas estudiosos de la Teoría Moderna de Portafolio coinciden con la extenuación del punto de vista neoclásico y han llegado a conclusiones interesantes; por ejemplo, Eugene Fama y el francés Kenneth en 1996 han lanzado nuevos resultados interesantes. Anterior a ellos, la teoría eficiente de mercado había llegado a ser “más fundamental” que hace 20 años que había aparecido.

En su trabajo sobre mercados eficientes, por ejemplo, Fama vino a la conclusión que es sumamente difícil para un individuo lograr un desempeño coherentemente mejor que el mecanismo de la bolsa como una causa de la masa de información disponible a todo público inversor. Así, Fama sugiere que esos desarrollos en la bolsa no son predecibles por analistas profesionales y urge que los inversores “se enfoquen más en la elección de eficiente versus sus obligaciones”. Las burbujas financieras son los ejemplos principales de mercados que no trabajan siempre perfectamente. Se ha visto que tales burbujas han crecido y reventado varias veces en la década pasada en Suecia, Finlandia, en algunos países Asiáticos, y en un número perceptible de compañías de tecnología de información alrededor del mundo. Las exageraciones irracionales en mercados financieros son realmente no un nuevo punto, pero ellos siempre vuelven en una manera modificada, esto se explicará en el Capítulo II con lo que ocurrió con la burbuja de los tulipanes.

### **2.1.1 Historia**

La Teoría Financiera ha experimentado, a lo largo del siglo XX, un importante desarrollo, la primera mitad de ese siglo estuvo sujeta por la denominada *visión tradicional de las finanzas*, pero fue a partir de 1950 cuando se desarrolla el *enfoque moderno de las finanzas*. Durante veinticinco años se dan aportaciones de enorme importancia y a mediados de los 70's las finanzas habían llegado a un paradigma.

En el campo de la teoría de selección de carteras, ocupa un lugar destacado Harry Markowitz, que en 1952 publicó en la revista *Journal of Finance* un artículo basado en su tesis doctoral y titulado “**Portfolio Selection**”. En dicho artículo planteaba un modelo de conducta racional de decisión para la selección de carteras de títulos-valores con liquidez inmediata.<sup>31</sup> Posteriormente, en 1959, publicó su libro *Portfolio Selection, Efficient Diversification of Investments*, en el que expone y desarrolla con mayor detalle su teoría.

Desde su aparición, el modelo de Markowitz ha conseguido un gran éxito a nivel teórico, dando lugar a múltiples desarrollos y derivaciones, e incluso sentando las bases de diversas teorías de equilibrio en el mercado de activos financieros. Sin embargo, su utilización en la práctica entre gestores de carteras y analistas de inversiones no ha sido tan extensa como podría suponerse de su éxito teórico.

Inicialmente, una de las principales causas de este hecho contradictorio radicaba en la complejidad matemática del método. Por una parte, al ser un programa cuadrático paramétrico, el algoritmo de resolución era complejo; por otra, el número de estimaciones de rentabilidades esperadas, varianzas y covarianzas a realizar es muy elevado<sup>32</sup>. De ahí que William F. Sharpe (1964, 1978) planteara poco tiempo después una simplificación consistente en suponer la existencia de una relación lineal entre el rendimiento del título y el de la cartera de mercado. Significa que podemos definir el riesgo de la cartera sin utilizar las covarianzas, suponiendo una gran simplificación en el cálculo. Así, se ha venido utilizando durante un tiempo en sustitución del modelo de Markowitz, sobre todo por la mayor sencillez de sus cálculos. Sin embargo, hoy en día, se dispone del software y hardware necesarios para resolver este tipo de problemas, lo que convierte en innecesario el modelo de Sharpe<sup>33</sup>.

---

<sup>31</sup> En su modelo, la liquidez del título es inmediata al final del periodo de referencia.

<sup>32</sup> El número total de estimaciones a realizar en el método de Markowitz se obtiene de la expresión  $(N^2+3N)/2$ , siendo N el número de títulos de la muestra considerada. La incorporación de un nuevo título a la cartera supone realizar N+2 estimaciones adicionales. Por ejemplo, para una muestra de 500 títulos serían necesarias 125.750 estimaciones

<sup>33</sup> Otros autores han propuesto simplificaciones al modelo de Markowitz, como Elton, Gruber y Padberg (1976, 1978) o Konno y Yamazaki (1992), pero también se ha demostrado que cualquiera de ellos conduce a estrategias sub-óptimas. Pueden consultarse al respecto, Burgess y Bey (1988), Roll (1992) y Simaan (1997).

Por lo tanto, las razones de su escasa utilización son otras. Entre ellas, podríamos citar algunas hipótesis restrictivas que el modelo de Markowitz contiene: no tiene en cuenta los costes de transacción ni los impuestos, considera la perfecta divisibilidad de los títulos-valores seleccionados y además, no proporciona ninguna herramienta para que el inversor valore su actitud ante el riesgo y deduzca su función de utilidad, necesaria para la elección de su cartera óptima<sup>34</sup>.

La mayoría de estos inconvenientes pueden solucionarse con la introducción en el modelo de nuevas restricciones. Por ejemplo: introducir los costes de transacción en el modelo asignándoles un límite; considerar los rendimientos después de impuestos para un determinado inversor; añadir una nueva restricción que garantice un mínimo de liquidez para los activos. Normalmente, la inclusión de cualquier restricción adicional en el modelo genera una frontera de carteras eficientes que es dominada por la que resulta cuando no se tienen en cuenta las restricciones mencionadas. Es decir, dichas carteras no son tan eficientes como debieran (Haugen, 1993 y Fisher y Statman, 1997). También puede influir el hecho de que la mayor parte de los gestores de carteras tienden a fundamentar sus decisiones en valoraciones subjetivas y no en el empleo de técnicas de selección de inversión de tipo cuantitativo. Algunos de ellos piensan que con el empleo de este tipo de técnicas su labor dejaría de ser fundamental y podrían incluso llegar a perder su puesto de trabajo (Focardi y Jonas, 1997).

No obstante, ninguna de estas causas es definitiva. Iglesias (1998) hace un repaso de los argumentos a favor y en contra de la utilización del modelo de Markowitz y concluye que ninguno de estos últimos puede considerarse un obstáculo insalvable, señalando que «las hipótesis restrictivas en las que se basa admiten hasta cierto punto su relajación introduciendo nuevas restricciones en el planteamiento. Además, no es tan importante el que se asiente en hipótesis limitadas como que funcione bien en la práctica. Michaud (1989) señala una serie de ventajas que tiene la utilización de una técnica de optimización como el modelo de Markowitz: satisfacción de los objetivos y restricciones de los inversores, control de la exposición de la cartera al riesgo, establecimiento de un estilo de inversión, uso eficiente de la información, etc.

---

<sup>34</sup> Sobre los problemas de la aplicación práctica del modelo de Markowitz pueden consultarse, entre otros, a Michaud (1989) y Frankfurter y Phillips (1995).

### 2.1.2 Los Modelos Estadísticos Aplicados a las Estrategias Financieras

Por “*estrategia financiera*” debe entenderse todo aquello que generará dinero; la manera correcta en que realizaré inversiones rentables. Los pasos a seguir son:

1. Especificar los objetivos del inversionista, restricciones y preferencias.
2. Determinar las expectativas del mercado de capitales.
3. Distribución o asignación de activos (*asset allocation*), optimización del portafolio, selección de activos, implementación y ejecución.
4. Medir el desempeño del portafolio.

El estudio de cómo asignar o repartir unas pocas categorías de activos financieros de la mejor manera posible se le conoce como asignación de activos o *asset allocation*.

En la construcción del portafolio, es necesario emplear modelos estadísticos para realizar *la asignación de activos* y la optimización del portafolio. Entre los modelos más conocidos y tradicionales, podemos mencionar:

- **Modelo de Markowitz - Media – Varianza**
- **Modelos de un factor – *Single Index Model***
- **Modelos de equilibrio general – *Capital Asset Princig Model***
- **Modelos multifactoriales – *Arbitrage Pricing Theory***
- **Modelos recientes – Simulación Montecarlo, Opciones Reales, Redes Neuronales**

Para efectos del presente trabajo solo desarrollaré el Modelo de Markowitz y el CAPM ya que los considero esenciales para el análisis de una buena estrategia financiera.

## 2.2 El Modelo de Markowitz

Markowitz desarrolla su modelo sobre la base del comportamiento racional del inversor. Es decir, el inversor desea la rentabilidad y rechaza el riesgo. Por lo tanto, para él una cartera será eficiente si proporciona la máxima rentabilidad posible para un riesgo dado, o de forma equivalente, si presenta el menor riesgo posible para un nivel determinado de rentabilidad.

El modelo de Markowitz plantea y resuelve de manera satisfactoria un modelo de selección de cartera en el que la diversificación es un elemento fundamental.

$$\sum_{i=1}^n r_i x_i \leq \rho$$

### 2.2.1 El Problema de la Asignación de Activos (Asset Allocation)

El problema de selección de cartera en su concepción más sencilla se podría definir como aquel en el que se pretende conocer que porcentajes hay que invertir de unas pocas categorías de activos financieros para maximizar la *performance* de los mismos. En el límite, se trataría de saber como asignar o repartir dos grandes categorías de activos financieros: un activo sin riesgo (típicamente deuda pública a corto plazo) y un activo con riesgo.

Los profesionales de los mercados financieros suelen emitir informes diarios o casi diarios sobre el valor de los activos de renta variable y/o sobre el mejor momento en el que invertir estos activos, sobre los movimientos de los tipos de interés y también suelen dar informes sobre la asignación de su cartera de manera detallada, esto es, por títulos concretos y/o por sectores. Sin embargo, el elemento que explica en mayor porcentaje la rentabilidad de las inversiones, y concretamente de los fondos de inversión, es la política de asignación de los grandes grupos de activos financieros. Brinson, Hood y Beebower (1986 y 1991), en dos artículos clásicos sobre el tema, estudian la contribución de diferentes elementos del

proceso de inversión (política de asignación de activos, gestión activa, etc.) a los resultados de un conjunto de fondos de pensiones durante 10 años. La conclusión a la que llegan es que la política de *asset allocation* es la que explica la mayor parte de los resultados. La idea anterior ha sido reinterpretada por parte de Ibbotson y Kaplan (2000). Para estos autores la política de *asset allocation* explicaría hasta un 90% la variabilidad de la rentabilidad en el tiempo pero, en cambio, solo explicaría el 40% de la variación de la rentabilidad entre diferentes fondos.

### 2.2.2 Políticas de la Asignación de Activos (Asset Allocation)

Existen diversas *filosofías* para determinar la política de Asset Allocation. Fundamentalmente las podemos agrupar en 4 grupos:

- *Planificadores*
- *Market timers*
- *Stock pickers*
- *Aseguradores.*

Los planificadores son aquellos que fijan una política de *asset allocation* durante largos períodos de tiempo. Este tipo de políticas son muy estables y no tienen en cuenta los vaivenes a corto del mercado. Generalmente se utilizan en los casos en los que las inversiones se realizan con horizontes relativamente largos. Como mínimo a un año o, normalmente más de 2 o 3 años. También se conoce como *strategic allocation*.

Los *market timers* son aquellos para los que es muy relevante el momento de invertir y/o desinvertir en cada activo financiero, particularmente los de renta variable. Pretende tener el máximo rendimiento a corto plazo. A esta forma de actuar se la llama a veces *tactical allocation*. Sin embargo, no creo que existan metodologías válidas para actuar como *market timer*. Algunos utilizan el análisis técnico y, otros, metodologías totalmente ad-hoc. Parte de la crítica de los métodos tradicionales para actuar como *market timers* (por ejemplo, la utilización del análisis técnico).

El objetivo del análisis técnico es pronosticar la futura tendencias de los precios. Para ello utiliza como herramienta esencial el estudio del comportamiento histórico o pasado del mercado a través de gráficos, apoyándose adicionalmente en el diagnóstico de indicadores y osciladores estadísticos. Los *stock pickers* son aquellos que seleccionan valores de acuerdo con algún criterio o estudio. Por ejemplo, pueden escoger aquellos títulos que consideren que están peor valorados por el mercado, que tienen ratios con determinadas características (por ejemplo, los PER más bajos, los mayores ratios valor contable/valor de mercado, etc.).

En bastantes casos esta selección de títulos se hace en base al Análisis Fundamental exclusivamente, podrían considerarse *stock pickers* aunque no todos los *stock pickers* utilizan el Análisis Fundamental. Este tipo de política es bastante habitual entre los profesionales. El objetivo de los *aseguradores* es generalmente la de no perder o no quedar por debajo de un cierto umbral, cualquiera que sea la evolución del mercado. Para ello, hacen uso de derivados con el fin de cubrirse en cada momento de las posibles pérdidas o mejorar las ganancias.

### **2.2.3 El Modelo de Selección de Cartera de Markowitz**

La pretensión inicial *del modelo de Markowitz es obtener una cartera con la máxima rentabilidad para un riesgo esperado o una cartera con el mínimo riesgo para una rentabilidad esperada dada*. Por lo tanto, en este modelo existen dos elementos esenciales: rentabilidad esperada y riesgo.

El riesgo se mide por la varianza, por lo que al modelo de Markowitz y a otros similares se les llama muchas veces *modelos de media-varianza* y son uno de los pilares básicos de la teoría financiera de los últimos 50 años. El modelo de Markowitz está planteado inicialmente puramente desde la óptica del inversor individual y no entra en cuales son las consecuencias de su utilización para el conjunto del mercado. Algunas de estas consecuencias se desarrollan en el llamado *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) que veremos en el capítulo siguiente.

El modelo de Markowitz fue desarrollado inicialmente por Harry M. Markowitz en 1952. Posteriormente se publicó de una forma más completa como monografía en 1959.

El modelo puede escribirse como:

$$Min(V) = \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^n x_i \sigma_{ij} x_j = \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 x_i^2 + \sum_{i=1, i \neq j}^n \sum_{j=1, i \neq j}^n x_i \sigma_{ij} x_j \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n r_i x_i \leq \rho \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 \quad (3)$$

$$x_i \geq 0 \quad (4)$$

Donde:

$n$  = Es el número de activos financieros considerados.

$x_i$  = Es la fracción invertida en el activo financiero i-ésimo.

$r_i$  = Es la rentabilidad esperada de un activo financiero i-ésimo.

$\sigma_i^2$  = Es la varianza de la rentabilidad del activo financiero i-ésimo.

$\sigma_{ij}$  = Es la covarianza entre la rentabilidad esperada del activo i-ésimo y j-ésimo.

$V$  = Es la varianza de la cartera.

En la formulación anterior es claro que lo que se pretende es minimizar la varianza de una cartera (1) con tres condiciones: la rentabilidad esperada debe ser igual o superior a una dada por el inversor  $\rho$  (2), la suma de las partes invertidas en cada activo financiero deben ser iguales a uno (3) y, finalmente, que se realicen inversiones positivas (4) o, en otras palabras, no se permiten ventas en corto (esto se produciría cuando algún  $x_i$  fuera inferior a cero).

Para permitir ventas en corto, debe eliminarse la restricción (4). En ese caso, y con la formulación señalada en (1) a (3) supondríamos implícitamente que el valor vendido en corto tendría una rentabilidad esperada negativa igual a  $r_i$ . En realidad esta situación tiene sobretodo interés cuando se considera como parte de los activos financieros, la de un activo sin riesgo.

El problema de Markowitz podemos plantearlo de una forma equivalente maximizando la rentabilidad para una determinada varianza mínima. De esta forma quedaría:

$$\text{Max}(R) = \sum_{i=1}^n r_i x_i$$

Sujeto a:

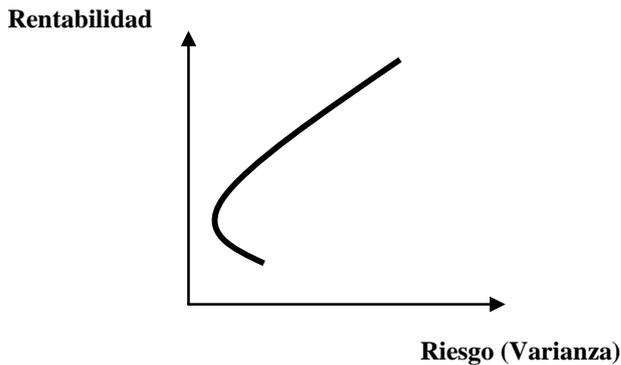
$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i \sigma_{ij} x_j \leq \bar{V}$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1$$

En cualquiera de las dos formulaciones anteriores se fija uno de los parámetros y se determina el valor del otro en la solución. En el primer caso [(1) a (4)] fijamos la rentabilidad esperada mínima deseada por el inversor y obtenemos la cartera con varianza mínima. En el segundo, fijamos la varianza máxima admitida por el inversor y obtenemos la rentabilidad máxima esperada. Si, en cualquiera de ambas formulaciones, variamos el parámetro deseado obtendremos la llamada *frontera eficiente*, esto es, *el conjunto de carteras que para cada rentabilidad tienen la mínima varianza o, lo que es lo mismo, el conjunto de carteras que para cada varianza dada tienen la máxima rentabilidad*.

La frontera eficiente se muestra en la figura 1. Las carteras que representan puntos en la parte cóncava de la curva cumplen con las condiciones anteriores y, por lo tanto, representan la frontera eficiente. Los que están por debajo de la indicada línea representan a carteras no eficientes, es decir, para una determinada varianza tienen menos rentabilidad esperada de la posible o, para una determinada rentabilidad esperada, tienen más varianza

que la posible. Por encima de la frontera eficiente no existe solución posible con los datos de rentabilidad esperada y varianzas y covarianzas dadas en el modelo. La conclusión es evidente, *cualquier decisor racional debe escoger siempre carteras dentro de la frontera eficiente.*



**Figura 1. Frontera eficiente**

En lugar de calcular la frontera eficiente sobre la base de resolver cualquiera de los problemas anteriores para varios valores de la rentabilidad mínima esperada o de la varianza máxima, y extrapolar aquellos puntos no calculados, es posible adoptar una formulación más compacta. El cálculo de la frontera eficiente se puede plantear como:

$$\text{Min}(F) = \theta \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i \sigma_{ij} x_j - (1 - \theta) \sum_{i=1}^n r_i x_i$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1$$

$$x_i \geq 0$$

La frontera eficiente se obtiene variando el parámetro  $\theta$  entre 0 y 1. Un valor de  $\theta = 0$  supone que la varianza, y por lo tanto el riesgo, no tiene ninguna consideración y, en consecuencia, lo que se hace es maximizar la rentabilidad esperada a cualquier precio, es decir, sin consideración alguna sobre el nivel de riesgo. Por el contrario un valor de  $\theta = 1$  supone que el riesgo tiene la máxima consideración posible y por lo tanto, obtiene la cartera con mínimo riesgo.

### 2.2.4 El Cálculo de la Solución en el Modelo de Markowitz

Empezaremos resolviendo el problema (1) a (3) anterior, esto es, suponiendo que son posible las ventas en corto. En ese caso, y teniendo en cuenta que podemos considerar que [2] es una restricción activa (esto es, una relación de igualdad estricta) podemos escribir las tres ecuaciones indicadas en forma de Lagrangiano como:

$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i \sigma_{ij} x_j - \lambda_1 \left( \rho - \sum_{i=1}^n r_i x_i \right) - \lambda_2 \left( 1 - \sum_{i=1}^n x_i \right)$$

La condición de primer orden de óptimo corresponde a unos valores de  $x$  y  $\lambda$  igual a cero la primera derivada. Esta resulta ser:

$$\frac{dL}{dx_1} = \sum_{j=1}^n 2x_j \sigma_{1j} - \lambda_1 r_1 - \lambda_2 = 0 \quad \forall i = \{1, 2, 3, \dots, n\} \quad (5)$$

$$\frac{dL}{d\lambda_1} = \rho - \sum_{i=1}^n r_i x_i = 0 \quad (6)$$

$$\frac{dL}{d\lambda_2} = 1 - \sum_{i=1}^n x_i = 0 \quad (7)$$

Las ecuaciones (5) a (7) representan un conjunto de  $n+2$  ecuaciones y  $n+2$  incógnitas. Todas las ecuaciones son lineales y, por lo tanto, el sistema tiene una solución única y sencilla. Efectivamente, si ponemos el sistema en forma matricial tenemos:

$$\begin{bmatrix} 2\sigma_1^2 & 2\sigma_{12} & \dots & 2\sigma_{1n} & r_1 & 1 \\ 2\sigma_{21} & 2\sigma_{22}^2 & \dots & 2\sigma_{2n} & r_2 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 2\sigma_{n1} & 2\sigma_{n2} & \dots & 2\sigma_{nn}^2 & r_n & 1 \\ r_1 & r_2 & \dots & r_n & 0 & 0 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \\ \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \\ \rho \\ 1 \end{bmatrix}$$

Que, de forma compacta podemos escribir como:

$$\mathbf{VX} = \mathbf{R}$$

Y cuya solución es evidentemente:

$$X = V^{-1}R$$

### 2.2.5 Los problemas fundamentales del Modelo de Markowitz

Antes de los años 80, para problemas no excesivamente grandes, la resolución del modelo de Markowitz suponía una grave dificultad de cálculo. Efectivamente, por ejemplo, un problema con 100 activos financieros suponía calcular 5.050 varianzas y covarianzas e invertir una matriz de 102 ecuaciones y 102 incógnitas o resolver un problema de programación cuadrática con una función objetivo de 5.050 términos. El tamaño es aproximadamente la mitad del cuadrado del número de variables, por lo que problemas mayores que el anterior suponían una gran dificultad de resolución.

A partir de los años 80, y particularmente a partir de los 90, se puede considerar que no existe un problema real debido a la carga computacional. Actualmente los problemas para la utilización del modelo de Markowitz no son computacionales sino que tienen que ver con los supuestos de partida. Efectivamente, el modelo de Markowitz parte de 5 hipótesis fundamentales que son enormemente relevantes y cuyo cumplimiento tiene una gran trascendencia en cuanto a la validez de los resultados obtenidos con el mismo:

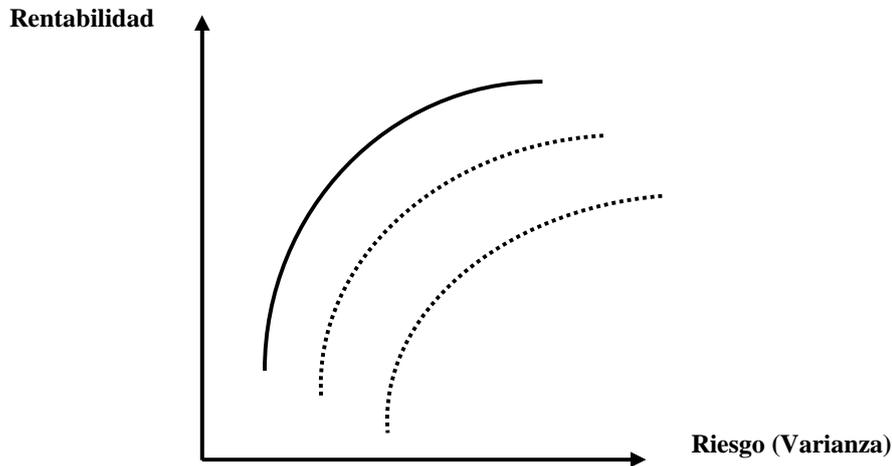
1. Se supone conocida la rentabilidad esperada de cada uno de los activos financieros considerados.
2. Se supone conocida la varianza de cada uno de los activos financieros y la covarianza entre ellos. Además, se supone que es constante en el tiempo.
3. Los rendimientos de los diferentes activos financieros se comportan de acuerdo con una distribución Normal.
4. Los inversores actúan de forma racional.
5. El modelo optimiza para un solo período.

Como ya he dicho anteriormente, suponemos que efectivamente, conocemos la rentabilidad esperada y la varianza y covarianza de los diferentes activos financieros. El problema es que los valores de las varianzas con respecto a las rentabilidades esperadas en intervalos relativamente cortos de tiempo (por ejemplo, un año) son muy grandes. Esto significa que el error de predicción en esos períodos es también muy grande. Por otra parte, el modelo de Markowitz es extremadamente sensible, precisamente, a los valores de las rentabilidades esperadas, de tal forma que unas pequeñas variaciones de las rentabilidades esperadas suponen carteras con estructuras muy diferentes (o por lo menos aparentemente muy diferentes) en su composición.

El problema de la estimación de las rentabilidades esperadas no tiene una solución sencilla. A pesar de todo, Michaud (1989) argumenta que, correctamente utilizado, el modelo de Markowitz produce mejores resultados que otras técnicas ad-hoc como las que se utilizan una buena parte de los profesionales. De cualquier manera, y probablemente por la inestabilidad en la solución a la que antes nos hemos referido, los modelos de selección de cartera tipo Markowitz son poco utilizados entre los profesionales aunque parecen que cada vez su utilización es mayor.

Michaud (1998) apunta una aproximación al tratamiento de la inestabilidad de las soluciones ante cambios en las rentabilidades esperadas. Parte del principio de que la frontera eficiente no es una simple línea sino que es una banda que representa un intervalo de confianza. Cambios en los parámetros, pueden conducir a carteras dentro de ese mismo intervalo de confianza o fuera de ese intervalo. Cuando estas nuevas carteras derivadas de nuevos parámetros lleven a soluciones dentro del mismo intervalo de confianza, la cartera inicialmente encontrada no debe ser modificada. Solo debe serlo cuando la nueva solución quede fuera del intervalo de confianza hallado previamente.

La Figura 2 refleja esta idea. Si la cartera está dentro de una curva con puntos se considera que sigue siendo válida. Si está fuera de esa curva, debe ser modificada.



**Figura 2. Intervalo de confianza de la cartera eficiente**

La hipótesis de partida de Markowitz según la cual las rentabilidades esperadas siguen una función de distribución Normal tiene varias consecuencias. Está probado que los rendimientos de los activos financieros no siguen una distribución Normal (véase por ejemplo, Fama 1965 y 1976). A pesar de ello, el tratamiento que se le da a este problema en la mayor parte de la literatura financiera es, en buena parte, el de Markowitz. La hipótesis de normalidad tiene también algunas aparentes contradicciones con la idea intuitiva de riesgo que tiene cualquier inversor.

Efectivamente, Markowitz (1959) trata con cierta extensión el problema de la función de distribución de probabilidad de las rentabilidades y, como consecuencia, del riesgo. La hipótesis de normalidad resulta muy útil para realizar inferencias sobre la validez estadística de los resultados.

Por otra parte, resulta muy contrario minimizar, tal como se hace en el modelo de Markowitz, tanto las desviaciones negativas como las positivas. Es evidente que el inversor entiende como riesgo, y por lo tanto está dispuesto a minimizar, las desviaciones negativas

pero nunca las positivas. Estas últimas se entienden que, más bien, son deseadas por el inversor por lo que, en todo caso, deberían ser maximizadas y no minimizadas. A pesar de ello, el propio Markowitz (1959) prueba que, si suponemos que las rentabilidades siguen una distribución Normal, minimizar la varianza es exactamente equivalente a minimizar la varianza negativa, esto es, la suma de los errores negativos con respecto a la media al cuadrado. En consecuencia, si la distribución de las rentabilidades sigue una función de distribución Normal, no tiene sentido utilizar una función diferente de la de la varianza. Resultaría más complicado de optimizar y no daría resultados diferentes.

El propio Markowitz realiza algunas figuraciones sobre la posibilidad de que la función de utilidad del inversor no sea cuadrática y simétrica. Por otra parte, la función de distribución de probabilidad de las rentabilidades no sigue una distribución Normal. Una de las hipótesis más aceptadas es que seguiría una distribución normal. En cualquiera caso, al margen de cual sea la función de distribución de las rentabilidades, parece que es más adecuado minimizar una función de errores negativos con respecto a una rentabilidad dada que los errores positivos y negativos. Esta rentabilidad dada puede ser la rentabilidad esperada o cualquier otro valor fijado previa y subjetivamente por el inversor.

Otra de las hipótesis contestadas del modelo de Markowitz es la supuesta racionalidad del inversor. Kahneman y Tversky (1979) han probado que los inversores, en determinadas situaciones no se comportan de manera racional. En el Villalba (2003) se resumen algunos de los resultados del comportamiento irracional de los inversores en determinados casos. Si partimos de la base de que el comportamiento de los inversores no es racional no cabe sostener de manera consecuente que el óptimo dado por el modelo de Markowitz nos da una solución satisfactoria para el inversor, aunque sea perfectamente racional. A pesar de ello este es un tema en el que se ha profundizado muy poco en toda la literatura financiera.

Generalmente, ningún inversor invierte para un solo período de tiempo al final del cual deja de ser un inversor. Normalmente, los inversores tienen una cartera de valores que van revisando a lo largo del tiempo. Sin embargo, el modelo de Markowitz contempla un solo período. Esto hecho supone obviamente una limitación a la hora de utilizar este modelo en

la realidad. En los capítulos X a Y se expone una extensión del modelo de Markowitz a un contexto dinámico. Este hecho, como se verá, tiene una serie de implicaciones importantes sobre la cartera final obtenida, además de otras importantes consecuencias.

### 2.3 El CAPM (*The Capital Assets Pricing Model*)

Una de las grandes inquietudes en el campo de las finanzas ha sido desarrollar modelos explicativos y predictivos del comportamiento de los activos financieros. Uno de los aportes más importantes a este proceso ha sido el *Capital Asset Pricing Model* (**CAPM**).

El modelo explica el comportamiento de una acción en función del comportamiento del mercado. Además pretende servir para proyectar el retorno futuro de una acción, en función del comportamiento del mercado; no obstante, como se explicará en el documento se debe tener cuidado en ubicar las posibilidades del CAPM.

Uno de los aportes del CAPM es la relación que establece entre el riesgo de una acción con su retorno. Se muestra que la varianza de una acción, por si misma, no es importante para determinar el retorno esperado de la acción. Lo que es importante es medir el grado de *co-variabilidad* que tiene la acción respecto a una medida estándar de riesgo, el que corresponde al mercado. Es el **beta** de mercado de la acción, el cual mide la covarianza del retorno de la acción respecto al retorno del índice de mercado, redimensionado por la varianza de ese índice.<sup>35</sup>

#### 2.3.1 La vinculación entre el CAPM y la Teoría del Portafolio

Uno de los grandes aportes al desarrollo de las finanzas ha sido sin duda la formulación la Teoría del Portafolio por Harry Markowitz entre 1952 y 1959, fuente de la elaboración posterior de modelos que ha tratado de explicar y predecir el funcionamiento del mercado de capitales. Uno de esos modelos es Capital Asset Pricing Model (**CAPM**) desarrollado, entre otros, por William F. Sharpe en 1963.

---

<sup>35</sup> Ross Stephen, Randolph y Jeffrey. Finanzas Corporativas “Las Opciones y las Finanzas Corporativas” Ed. MacGraw Hill Edición Tercera, España 1997. Pág. 135-147.

Por lo anterior, en las Finanzas se consideran a Harry Markowitz y William F. Sharpe como los *padres* de la Teoría del Portafolio y del CAPM, sin embargo Sharpe no fue el único -y tal vez no el primero- que desarrolló el modelo CAPM. Sin embargo, la estrecha vinculación que existe entre la Teoría del Portafolio y el CAPM, se refleja en vinculación similar entre Sharpe y su más destacado mentor, que se refleja en el siguiente texto escrito por Markowitz:

*“Un día en 1960, después de haber dicho lo que tenía que decir sobre la teoría de la cartera en mi libro de 1959, yo estaba sentado en mi despacho de la RAND Corporation en Santa Mónica, California, [...] cuando un joven se presentó en mi puerta, se presentó como Bill Sharpe, y dijo que él también estaba empleado en RAND y estaba trabajando para un doctorado grado en la UCLA. Él estaba buscando un tema de tesis. Su profesor, Fred Weston, había recordado Sharpe de mi artículo de 1952, que se había cubierto en la clase, y sugirió que él me pide sugerencias para un tema de tesis. Hablamos de la necesidad de modelos de covarianza. Esta conversación comenzó Sharpe a cabo en el primero de sus (últimamente muchas) líneas de investigación, que dio lugar a Sharpe (1963).*

*[...] En ese día en 1960, no se habló sobre la posibilidad de utilizar la teoría de la cartera a revolucionar la teoría de los mercados financieros, como se hace en Sharpe (1964) ”[Markowitz, 1999:14]*

El interés de Sharpe en la Teoría del Portafolio quedó plasmado en su trabajo *“A Simplified Model for Portfolio Analysis”*, escrito en 1963. Este trabajo sentó las bases para el futuro desarrollo del CAPM.

### 2.3.2 Origen del CAPM

El CAPM fue desarrollado en forma simultánea por varios autores. Cuando Sharpe culminó la elaboración de su famoso artículo "*Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk*" [Sharpe, 1964], el cual fue publicado en septiembre, Jack L. Treynor había escrito con anterioridad un trabajo que formulaba un modelo bastante similar al de Sharpe. Treynor –hasta ese momento no publicado– su trabajo "*Toward a Theory of the Market Value of Risky Assets*" [Treynor, 1961], aunque Sharpe tomó conocimiento del trabajo de Treynor al señalar:

*"Después de la preparación de este documento, el autor se enteró de que el Sr. Jack L. Treynor, de Arthur D. Little., Se había desarrollado de manera independiente un modelo similar en muchos aspectos a la que se describe aquí. Lamentablemente, el Sr. Treynor excelente trabajo sobre este tema es, en la actualidad, inédito."*[SHARPE, 1964:427]

En febrero, apenas cinco meses después de publicado el trabajo de Sharpe, Lintner publica "*The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets.*" [Lintner, 1965a]. Según manifiesta Lintner, el había culminado su trabajo con anterioridad a la publicación del artículo de Sharpe:

*"La ponencia del profesor Sharpe, "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium en condiciones de riesgo" [...] apareció después de este trabajo fue en forma definitiva y en su camino a la imprenta. Mi primer sección, paralela a la primera mitad de su documento (con las conclusiones correspondientes), el marco algebraico para las secciones II, III y VI, (que no tienen equivalentes en su papel) y la sección IV sobre los precios de equilibrio de los activos de riesgo , sobre la que nuestros resultados difieren de forma significativa por las razones que se estudiarán en otros lugares. Sharpe no tiene el problema del presupuesto de capital desarrolladas en esta sección V infra. "*[Lintner, 1965a: 13]

Lintner complementó el trabajo desarrollado con la publicación de un segundo trabajo “*Security Prices, Risk and Maximal Gains from Diversification.*” [Lintner, 1965b].

Finalmente, en octubre del siguiente año, Mossin publica su trabajo “*Equilibrium in a Capital Asset Market.*” [Mossin, 1966]. La doctrina financiera atribuye a Sharpe, Lintner y Mossin el desarrollo del CAPM. Sin embargo, como todos sabemos, fue Sharpe quien recibió el premio nobel en 1990.

### 2.3.3 Los Supuestos del CAPM

En equilibrio, el precio de los activos financieros se ajustará de manera tal que el inversionista, si aplica la Teoría del Portafolio para obtener los beneficios de la diversificación, será capaz de ubicarse en cualquier punto a lo largo de la Línea de Mercado de Capitales.

El inversionista podrá obtener un mayor retorno esperado sólo si se expone a un riesgo adicional. El mercado le impone dos precios: el precio del tiempo y el precio del riesgo. El primero es el interés que se obtiene por inmovilizar los fondos, el segundo es el mayor rendimiento que se obtiene por exponer nuestros al riesgo [Sharpe, 1964:425].

El precio del tiempo sería, en este gráfico, el intercepto entre la Línea de Mercado de Capitales y el eje vertical: la Tasa Libre de Riesgo. El precio del riesgo sería el retorno adicional que se obtiene en la medida que el inversionista se desplaza hacia la derecha, incurriendo cada vez, en un mayor grado de exposición al riesgo. El Riesgo puede ser representado por la variabilidad (varianza o desviación estándar) de los rendimientos obtenidos.

Para la construcción del modelo CAPM se asumen los siguientes supuestos:

1. Los inversionistas son personas adversas al riesgo.
2. Los inversionistas cuidan el balance entre retorno esperado y su varianza asociada para conformar sus portafolios.
3. No existen fricciones en el mercado.

4. Existe una Tasa Libre de Riesgo a la cual los inversionistas pueden endeudarse o colocar sus fondos.
5. No existe asimetría de información y los inversionistas son racionales, lo cual implica que todos los inversionistas tienen las mismas conclusiones acerca de los retornos esperados y las desviaciones estándar de todos los portafolios factibles.

Los supuestos del CAPM estaban presentes desde que el modelo fue desarrollado en la década de los 70's Sharpe (1964) y Lintner (1965) hicieron referencia a los supuestos del CAPM en sus respectivos trabajos:

*“Con el fin de obtener las condiciones de equilibrio en el mercado de capitales nosotros asumimos dos supuestos. En primer lugar, se asume una tasa pura de interés común, con todos los inversores pueden pedir prestado o prestar fondos en igualdad de condiciones. En segundo lugar, asumimos la homogeneidad de las expectativas de los inversores: los inversores se supone que están de acuerdo sobre las perspectivas de las inversiones en diversos los valores esperados, desviación estándar y los coeficientes de correlación en la parte II.” [Sharpe, 1964:433-434]*

*“Al elegir entre dos diferentes posiciones de inversión posible, se supone que este inversor preferirá la que le da el mayor rendimiento esperado si el riesgo está implicado en las dos posiciones de inversión son las mismas y también asumir que si los rendimientos esperados son los mismo va a elegir la posición de inversión que implica menor riesgo “según lo medido por la desviación estándar de la devolución de sus tenencias de inversión total. En otras palabras, el inversionista es un “que evita el riesgo”, como la mayoría de los inversores en acciones comunes. [...] Por simplicidad, también asumirá la probabilidad de que las sentencias de nuestros inversores [...] puede ser representada por la distribución "normal" de la teoría estadística.” [Lintner, 1965b :590-591]*

Si bien no todos los supuestos del CAPM se aplican estrictamente en la realidad, esto no ha invalidado el aporte del modelo, que sigue siendo el más popular entre los administradores de portafolio.

*“Sin duda estos los supuestos son muy restrictivos y poco realistas. Sin embargo, como la prueba adecuada de una teoría no es el realismo de sus supuestos, pero la aceptación de sus consecuencias, y desde estos supuestos, las condiciones de equilibrio que forman una parte importante de la doctrina económica clásica, está claro que esta formulación debe ser rechazados, especialmente en vista de la escasez de modelos alternativos que conduzcan a resultados similares.” [Sharpe, 1964:434]*

#### 2.3.4 La Ecuación del CAPM

Valor actual de un activo “i” que genera un único flujo neto de tesorería “ $Y_i$ ”:

$$V_i = \frac{Y_i}{1 + \tilde{R}_i} \Rightarrow 1 + \tilde{R}_i = \frac{Y_i}{V_i} \Rightarrow \tilde{R}_i = \frac{Y_i}{V_i} - 1$$

$$\text{En equilibrio: } E(\tilde{R}_i) = R_F + \lambda \text{cov}(\tilde{R}_i, \tilde{R}_M)$$

Luego:

$$\frac{E(Y_i)}{V_i} - 1 = R_F + \frac{\lambda \text{cov}(Y_i, \tilde{R}_M)}{V_i} \Rightarrow 1 + R_F = \frac{E(Y_i) - \lambda \text{cov}(Y_i, \tilde{R}_M)}{V_i} \Rightarrow V_i = \frac{E(Y_i) - \lambda \text{cov}(Y_i, \tilde{R}_M)}{1 + R_F}$$

Reducción del flujo neto de tesorería a condiciones de certeza:

$$VA(FNT) = \frac{E(FNT) - \lambda \text{cov}(FNT, \tilde{R}_M)}{1 + R_F} \Rightarrow \frac{E(FNT) - \beta_{FNT} [E(R_M) - R_F]}{1 + R_F}$$

Ajuste de la tasa de descuento:

$$VA(FNT) = \frac{FNT}{1 + R_F + \lambda \text{cov}(FNT, \tilde{R}_M)} = \frac{FNT}{1 + R_F + \beta_{FNT} [E(R_M) - R_F]}$$

### 2.3.5 El Modelo de Equilibrio de Activos Financieros (CAPM)

$$E(\tilde{R}_i) = R_F + \lambda \text{cov}(\tilde{R}_i, \tilde{R}_M)$$

La ecuación anterior expresa la relación de intercambio entre la rentabilidad esperada y el riesgo de un activo financiero “i” en un mercado en equilibrio.

$E(\tilde{R}_i)$  = Es la rentabilidad esperada.

$\text{cov}(\tilde{R}_i, \tilde{R}_M)$  = Es el riesgo sistémico del activo.

$\lambda$  = Es el precio que se paga en ese mercado en equilibrio por unidad de riesgo sistémico.

$R_F$  = Es el tipo de interés (rentabilidad) del activo libre de riesgo (F).

$\tilde{R}_M$  = Es la rentabilidad de la cartera de mercado (M).

Cuando el CAPM se aplica a la selección de inversiones, la rentabilidad del proyecto de inversión “j” debe cumplir la siguiente condición:

$$E(\tilde{R}_j) > R_F + \lambda \text{cov}(\tilde{R}_j, \tilde{R}_M)$$

### 2.3.6 La Fortaleza Explicativa del CAPM

La Teoría del Portafolio ha establecido los beneficios de la diversificación y, por tanto, de la construcción de portafolios de activos, así como la existencia de una Línea de Mercado de Capitales a partir de un punto denominado el Retorno del Mercado. Está claro que bajo

estas premisas ningún inversionista podrá obtener una mejor combinación de riesgo y rendimiento que a lo largo de la Línea de Mercado de Capitales, y que sólo será posible obtener un retorno superior mediante una exposición mayor al riesgo.

*“En el equilibrio, los precios de bienes de capital han de ajustarse para que el inversor, si se siguen los procedimientos racionales (principalmente la diversificación), sea capaz de alcanzar cualquier punto deseado a lo largo de una línea de mercado de capitales. Se puede obtener una mayor tasa de rendimiento esperada sobre sus propiedades sólo por incurrir en riesgos adicionales.” [Sharpe, 1964:425]*

También se ha establecido la existencia de una relación lineal entre el retorno de un activo financiero y su grado de exposición al riesgo. Es importante destacar que el modelo CAPM se basa en la existencia de una relación lineal entre el riesgo y el rendimiento; pero que este tema no está exento de discusiones en la doctrina financiera.

Se había establecido también que el punto de origen de la Línea de Mercado de Capitales era el de la Tasa Libre de Riesgo (el intercepto), y que a partir de ese punto, que presentaba un riesgo cero, se podía obtener una rentabilidad cada vez mayor a cambio de una mayor exposición al riesgo.

*“En efecto, el mercado lo presenta con dos precios: el precio del tiempo, o la tasa de interés puro (que se muestra por la intersección de la línea con el eje horizontal) y el precio del riesgo, la rentabilidad esperada adicional por unidad de riesgo asumido (el inverso de la línea de pendiente).” [Sharpe, 1964:425]*

Característicamente, el punto donde se ubican el riesgo y rendimiento de un activo individual cualquiera yace por debajo de la Línea de Mercado de Capitales, como una demostración de la ineficiencia de invertir en un solo activo.

Mediante la diversificación el riesgo se podía reducir pero no se podía eliminar. En consecuencia se puede afirmar que el riesgo asociado de un activo “A” esta conformado por dos bloques: el riesgo diversificable y el riesgo no diversificable. Al riesgo diversificable se le denomina riesgo no sistemático y en contrapartida al riesgo no diversificable se le conoce como riesgo sistemático. Se entiende que éste último es un riesgo sistemático porque es el riesgo propio del mercado, del cual un activo financiero no puede desprenderse.

*“A través de la diversificación, la parte del riesgo inherente a un activo puede ser evitado por lo que su riesgo total no es, obviamente la influencia relevante de su precio, pero lamentablemente poco se ha dicho sobre el componente de riesgo particular que sea pertinente.” [Sharpe, 1964: 426]*

Ahora bien, resulta sencillo entender la noción de la utilidad del consumidor cuando nos referimos a cifras concretas: la utilidad de recibir S/. 100.00 o la utilidad de recibir S/. 200.00. Sin embargo, no todo en la vida son cifras ciertas y concretas sino que en muchas ocasiones tendremos que lidiar con las probabilidades.

Este es exactamente el dilema de todo inversionista, cuando invierte sus fondos en un activo riesgoso. El modelo CAPM se basa en el supuesto de que la utilidad del inversionista depende solamente de dos términos: el valor esperado y la desviación estándar:

$$U = f(E_w, \sigma_w)$$

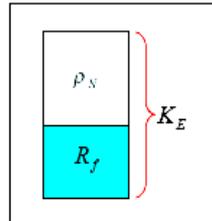
Donde:

$U$  = Utilidad.

$E_w$  = Valor esperado de la riqueza futura.

### 2.3.7 Rentabilidad y Riesgo en el CAPM

La determinación de la rentabilidad de la acción de una determinada empresa dentro del modelo del CAPM está dada por la relación entre la tasa libre de riesgo y la prima por riesgo negocio:



$$K_E = R_f + \rho_N$$

Donde:

$K_E$  = Retorno esperado de la acción.

$R_f$  = Tasa libre de riesgo.

$\rho_N$  = Premio por riesgo negocio.

El riesgo de un activo individual se calcula a través de su desviación estándar. La Teoría del Portafolio demostró que el riesgo de un activo que forma parte de una cartera diversificada se mide por su covarianza y no por la desviación estándar.

El modelo CAPM introduce el concepto del Beta ( $\beta$ ) como medida del riesgo. El Beta muestra la tendencia de una acción individual a covariar con el mercado, o si se quiere, muestra la sensibilidad de la rentabilidad de un título frente a la variación en la rentabilidad del mercado. Por ejemplo, una acción con un  $\beta=1$  tiende a subir y bajar proporcionalmente al mercado.

El Retorno exigido por el inversionista para un título estará dado por la fórmula:

$$E(R_i) = R_f + \beta[E(R_M) - R_f]$$

Si el Beta de una acción mayor que 1 se exigirá un retorno superior al del mercado y viceversa. Si el  $\beta$  de una acción es superior que 1 y su retorno no es lo suficientemente

alto, el mercado castigará esa acción haciendo que descienda su precio lo que incrementará su retorno y mantendrá el equilibrio. Se debe de considerar que el CAPM es un modelo que trabaja en base a “*retornos esperados*”, por ello no debe utilizarse este modelo para una proyección de corto plazo de la rentabilidad de una acción.

Por el contrario, si aceptamos la utilización del modelo para proyectar la rentabilidad de un activo financiero debemos hacerlo bajo el entendimiento de que el modelo servirá para predecir el rendimiento promedio que la acción tendrá en el futuro y no el rendimiento exacto del siguiente período.

## 2.4 El Mercado de Derivados

El efecto de la mundialización del capital ha permitido una integración mayor de los mercados financieros internacionales, esto se ha manifestado en el *intercambio comercial*, en las políticas de gobierno y en las diversas formas de financiamiento de las empresas privadas y estatales de los distintos sectores y demás agentes económicos, expuestos a distintos tipos de riesgo económico.

Esto se comenzó a manifestar en la década de los ochenta, es un proceso al cual no se puede dar marcha atrás pues los mercados cada vez son más competitivos y sensibles a variaciones del tipo de cambio y de las tasas de interés, lo que ha provocado el desarrollo de nuevos instrumentos, modalidades y estrategias con productos financieros derivados en todo el mundo, su gestión trajo consigo diferentes tipos de riesgo para todos aquellos agentes económicos que realizan transacciones económicas a nivel internacional. Estos riesgos se pueden disminuir siempre y cuando los países y empresas cuenten con los mecanismos y el personal capacitado, para administrarlo.

Los derivados financieros cubren a los inversionistas de factores externos que afectan la estabilidad económica y financiera de una empresa, entre los cuales se destaca:

- Los tipos de interés.
- El comportamiento de las Bolsas Internacionales.
- Las variaciones en los ciclos económicos.
- La inflación.
- Los tipos de cambio.
- Las políticas económicas.

Las variaciones en esta información económica pueden causar dificultades en los flujos de caja proyectados y en algunos casos llevar la empresa a la quiebra. Todo ello hace cambiar la evaluación del riesgo e implica un cambio en la planeación financiera de la empresa y los inversionistas.

Los productos derivados buscan la combinación de instrumentos de inversión y financiación, optimizando sus recursos financieros, diseñando y elaborando instrumentos financieros que tienen como objetivo específico la disminución del riesgo o el incremento de la rentabilidad.

#### 2.4.1 Historia de los Derivados Financieros

Se denominan productos derivados, a un conjunto de instrumentos financieros, cuya principal característica es que su precio depende del valor de un activo al cual se le llama activo subyacente o de referencia.<sup>36</sup> Este tipo de productos derivados se negocian a plazos, es decir que su entrega se realiza en algún momento futuro del tiempo a pesar de que se hayan adquirido en el presente.

Los productos derivados por su subyacente se pueden clasificar en:

1. **Financieros.**- Son los que están relacionados a algún instrumento financiero como: tasas de interés, inflación, valores cotizados en bolsa (índices accionarios), etc.
2. **No Financieros.**- Oro Plata, productos agrícolas como el maíz, petróleo, etc., bienes generalmente llamados *Commodities*.

Los productos no financieros tienen su origen a finales del siglo XIX, debido a la evolución del medio de transporte, o el aumento de la producción de materias primas, la concentración del consumo de grandes centros urbanos, y la difusión de información a través de los medios de comunicación, el aumento enorme de la volatilidad de los precios de materias primas tanto agrícolas como industriales.

---

<sup>36</sup> Tomado de MEXDER [www.mexder.com.mx](http://www.mexder.com.mx)

El mercado de futuros financieros surgió formalmente en 1972, cuando el CME creó el **International Monetary Market** (IMM), una división destinada a operar futuros sobre divisas. Otro avance importante se produjo en 1982, cuando se comenzaron a negociar contratos de futuro sobre el índice de Standard & Poor's y otros índices bursátiles, casi simultáneamente en Kansas City, Nueva York y Chicago. La utilización de los productos financieros derivados comprende todas las áreas de actividad financiera de una empresa. No obstante, la mayor parte de la aplicación y operación de instrumentos financieros se da en operaciones financieras de cobertura o transformación del riesgo de mercado<sup>37</sup>, ya sea para eliminar el riesgo de movimiento de las tasas de interés, del nivel de la bolsa o del precio de una materia prima.

Los primeros mercados de derivados financieros son muy antiguos, y siempre han estado relacionados con los productos agrícolas y con las materias primas, como lo veíamos anteriormente, esto permitía que los agentes que compraban y vendían se protegieran en situaciones inesperadas de alto riesgo; por ejemplo, malas cosechas.

## **2.5 Origen de los Futuros de productos agroindustriales (Commodities)**

Los contratos de futuros se pactaban, a principios del siglo XIX, entre agricultores y comerciantes de granos de Chicago. La producción de las granjas a orillas del lago Michigan estaba expuesta a bruscas fluctuaciones de precios, por lo cual los productores y comerciantes comenzaron a celebrar acuerdos de entrega a fecha futura, a un precio predeterminado.

En 1848 se estableció el Chicago Board of Trade (CBOT), para estandarizar la cantidad y calidad del grano de referencia. En 1865 se negociaron en el CBOT los primeros Contratos de Futuro estandarizados.

Desde sus inicios, los participantes vieron la necesidad de crear una Cámara de Compensación (Clearinghouse), a fin de asegurar el cumplimiento de las contrapartes.

---

<sup>37</sup> Cobertura: Acción de cubrirse o precaverse de cualquier eventualidad. Diccionario Bilingüe de Términos Bursátiles

En 1874 se fundó el Chicago Product Exchange para la negociación a futuro de productos perecederos y en 1898 surgió el Chicago Butter and Egg Board. Ambas instituciones dieron origen al Chicago Mercantile Exchange (CME) que se constituyó como bolsa de futuros sobre diversos productos agroindustriales.

## 2.6 La Tulipomanía

La tulipomanía fue un periodo de euforia especulativa que se produjo en los Países bajos en el siglo XVII. El objeto de especulación fueron los bulbos de tulipán, cuyo precio alcanzó niveles desorbitados, dando lugar a una gran burbuja económica y una crisis financiera. Constituye uno de los primeros fenómenos especulativos de masas de los que se tiene noticia.

Una *burbuja financiera o especulativa* es un fenómeno que se produce en los mercados, en buena parte debido a la especulación, que produce una subida anormal y prolongada del precio de un activo o producto, de forma que dicho precio se aleja cada vez más del valor real o intrínseco del producto.<sup>38</sup> El proceso especulativo lleva a nuevos compradores a comprar con el fin de vender a un precio mayor en el futuro, lo que provoca una espiral de subida continua y alejada de toda base factual. El precio del activo alcanza niveles absurdamente altos hasta que la burbuja acaba *estallando* (en inglés *crash*), debido al inicio de la venta masiva del activo cuando hay pocos compradores dispuestos a adquirirlo. Esto provoca una caída repentina y brusca de los precios, llevándolo a precios muy bajos, incluso inferiores a su nivel *natural*, dejando tras de sí un reguero de deudas. Esto se conoce como *crack*.

Se suele considerar que las burbujas económicas son negativas porque conllevan una asignación inadecuada de recursos, destinándose una buena parte de ellos a fines improductivos: la alimentación de la burbuja. Pero además, el crack con el que finaliza la burbuja económica puede destruir una gran cantidad de riqueza y producir un malestar continuado, como ocurrió con la tulipomanía holandesa, la Gran Depresión de los años 1930 y la burbuja inmobiliaria en Japón en los años 1990.

---

<sup>38</sup> King, Ronald R.; Smith, Vernon L.; Williams, Arlington W. and van Boening, Mark V. "The Robustness of Bubbles and Crashes in Experimental Stock Markets". R. H. Day and P. Chen, *Nonlinear Dynamics and Evolutionary Economics*. Oxford, England: Oxford University Press, 1993.

Las burbujas financieras fueron estudiadas por Hyman Minsky, que las vinculó al crédito, a las innovaciones tecnológicas y a las variaciones del tipo de interés.

Según el economista Charles P. Kindleberger, la estructura básica de una burbuja especulativa se puede dividir en 5 fases:

- Sustitución (displacement): incremento del valor de un activo
- Despegue (take off): compras especulativas (comprar ahora para vender a futuro a un precio mayor y obtener una utilidad)
- Exuberancia (exuberance)
- Etapa crítica (critical stage): comienzan a escasear los compradores, algunos comienzan a vender.
- Estallido (crash)

El relato de estos acontecimientos se lo debemos al periodista inglés Charles Mackay, que lo reflejó en su libro *Memoria de extraordinarias desilusiones y de la locura de las multitudes*. (1843).<sup>39</sup>

### 2.6.1 Causas de la Burbuja del Tulipán

Varios factores explican el origen de la tulipomanía holandesa. Por un lado, el éxito de la Compañía Holandesa de las Indias Orientales y la prosperidad comercial de los Países Bajos, y por otro, el gusto por las flores, especialmente las exóticas, que se convirtieron en objeto de ostentación y símbolo de riqueza.<sup>40</sup>

A su vez, y por razones que en su día se desconocían, los tulipanes cultivados en Holanda sufrían variaciones en su apariencia, naciendo así los tulipanes multicolores, irrepetibles, lo que aumentaba su exotismo y por tanto su precio. Hoy se sabe que la causa de ese fenómeno era un parásito de la flor, el pulgón, que transmite un virus a la planta conocido como *Tulip Breaking Potyvirus*.

---

<sup>39</sup> Mackay Charles. “The Tulipomania. Memoirs of Extraordinary Popular Delusions and the Madness of Crowds”.

<sup>40</sup> Ibídem.

## 2.6.2 Introducción del Tulipán en Europa

El tulipán fue introducido en los Países Bajos en 1559, procedente de la actual Turquía (en aquel tiempo, Imperio otomano), donde tenía connotaciones sagradas y adornaba los trajes de los sultanes. De hecho, la palabra tulipán procede del francés *turban*, deformación del turco *tülbent*, que significa turbante.

Parece haber sido introducido en Europa por el embajador austríaco en Turquía, Ogier Ghislain de Busbecq. Ogier era un floricultor entusiasta, y cuando regresó a Europa en 1554 llevó consigo algunos bulbos a los Jardines Imperiales de Viena. Más tarde, en 1593, el destacado botánico Carolus Clusius dejó su trabajo en los Jardines Imperiales para tomar un cargo de profesor de botánica en Leiden, Holanda, hasta donde llevó una colección de bulbos de tulipanes que crearon un gran interés y entusiasmo. Clusius comenzó a cultivar tulipanes de variedades exóticas: sin embargo, celoso de su colección, los mantenía guardados. Pero una noche alguien penetró en su jardín y robó sus bulbos. El suelo arenoso holandés, ganado al mar, resultó ser el idóneo para el cultivo de la planta, y el tulipán se extendió por todo el territorio.

Para mucha gente los tulipanes pueden parecer inútiles, sin olor ni aplicación medicinal, floreciendo sólo una o dos semanas al año. Pero los jardineros holandeses apreciaban los tulipanes por su belleza, y muchos pintores preferían pintar una de esas flores antes que un cuadro.<sup>41</sup>

## 2.6.3 El Alza de los Precios

A pesar de que se intentó controlar el proceso por el cual los tulipanes monocromos se convertían en multicolores, los horticultores holandeses no fueron capaces, de manera que lo aleatorio del exotismo contribuyó a elevar progresivamente el precio de cada bulbo. Las variedades más raras eran bautizadas con nombres de personajes ilustres y almirantes de prestigio. En la década de los años veinte del siglo XVII el precio del tulipán comenzó a crecer a gran velocidad. Se conservan registros de ventas absurdas: lujosas mansiones a cambio de un sólo bulbo, o flores vendidas a cambio del salario de quince años de un artesano bien pagado.

---

<sup>41</sup> Kuper Simon. "Petal Power". The Financial Times.

En 1623 un sólo bulbo podía llegar a valer 1,000 florines neerlandeses: una persona normal en Holanda tenía unos ingresos medios anuales de 150 florines. Durante la década de 1630 parecía que el precio de los bulbos crecía ilimitadamente y todo el país invirtió cuanto tenía en el comercio especulativo de tulipanes. Los beneficios llegaron al 500%.

En 1635 se vendieron 40 bulbos por 100,000 florines. A efectos de comparación, una tonelada de mantequilla costaba 100 florines, y ocho cerdos 240 florines.<sup>42</sup> Un bulbo de tulipán llegó a ser vendido por el precio equivalente a 24 toneladas de trigo.<sup>43</sup> El record de venta lo batió el *Semper Augustus*: 6.000 florines por un sólo bulbo, en Haarlem. En 1636 se declaró una epidemia de peste bubónica que diezmo a la población holandesa.

La falta de mano de obra multiplicó aún más los precios, y se generó un irresistible mercado alcista. Tal fue la fiebre, que se creó un mercado de futuros, a partir de bulbos aún no recolectados. Ese fenómeno fue conocido como *windhandel*, “negocio de aire”, y se popularizó sobre todo en las tabernas de las pequeñas ciudades, a pesar de que un edicto estatal de 1610 había prohibido el negocio por las dificultades de ejecución contractual que generaba. Pese a la prohibición, los negocios de este tipo continuaron entre particulares. Los compradores se endeudaban y se hipotecaban para adquirir las flores, y llegó un momento en que ya no se intercambiaban bulbos sino que se efectuaba una auténtica especulación financiera mediante notas de crédito. Se publicaron extensos y bellos catálogos de ventas, y los tulipanes entraron en la bolsa de valores. Todas las clases sociales, desde la alta burguesía hasta los artesanos, se vieron implicados en el fenómeno.

#### **2.6.4 Final de la Burbuja del Tulipán**

En 1637, el 5 de febrero, un lote de 99 tulipanes de gran rareza se vendió por 90.000 florines: fue la última gran venta de tulipanes. Al día siguiente se puso a la venta un lote de medio kilo por 1.250 florines sin encontrarse comprador. Entonces la burbuja estalló. Los precios comenzaron a caer en picado y no hubo manera de recuperar la inversión: todo el

---

<sup>42</sup> Sullivan Aline. “8 Fat Swine for a Tulip: A Brief History of Bursts”. International Herald Tribune.

<sup>43</sup> Dumas Véronique. “Las rosas no hablan (pero cuentan la historia)”.

mundo vendía y nadie compraba. Se habían comprometido enormes deudas para comprar flores que ahora no valían nada. Las bancarrotas se sucedieron y golpearon a todas las clases sociales. La falta de garantías de ese curioso mercado financiero, la imposibilidad de hacer frente a los contratos y el pánico llevaron a la economía holandesa a la quiebra.

## **2.7 Origen de las Opciones**

El mercado de opciones tuvo inicio a principios de este siglo y tomó forma en la Put and Call Brokers and Dealers Association, aunque no logró desarrollar un mercado secundario ni contar con mecanismos que aseguraran el cumplimiento de las contrapartes. El mercado formal de opciones se originó en abril de 1973, cuando el CBOT creó una bolsa especializada en este tipo de operaciones, el The Chicago Board Options Exchange (CBOE). Dos años más tarde, se comenzaron a negociar opciones en The American Stock Exchange (AMEX) y en The Philadelphia Stock Exchange (PHLX). En 1976 se incorporó The Pacific Stock Exchange (PSE).

### **2.7.1 Expansión de los derivados**

A mediados de la década de los años 80, el mercado de futuros, opciones, warrants y otros productos derivados tuvo un desarrollo considerable y, en la actualidad, los principales centros financieros del mundo negocian este tipo de instrumentos. A finales de esa década, el volumen de acciones de referencia en los contratos de opciones vendidos cada día, superaba al volumen de acciones negociadas en el New York Stock Exchange (NYSE).

En 1997 se operaban en el mundo 27 trillones de dólares en productos derivados, en tanto el valor de capitalización de las bolsas de valores alcanzaba los 17 trillones de dólares. Es decir, la negociación de derivados equivale a 1.6 veces el valor de los subyacentes listados en las bolsas del mundo. Las bolsas de derivados de Chicago manejaban, en 1997, un volumen de casi 480 millones de contratos.

## 2.8 Principales Operaciones del Mercado de Derivados

“Un Mercado de Productos Derivados es aquel en donde se maneja instrumentos de cobertura cuyo valor depende de un activo denominado bien subyacente, entre los cuales encontramos a las Forwards, los Futuros, las Opciones y los Warrants, los cuales permiten administrar los patrones de riesgo de manera más eficiente, estableciendo límites para pérdidas o ganancias dentro de portafolios de inversión y el incremento de eficiencia y liquidez del mercado”.<sup>44</sup>

Como aspecto de precisión me parece interesante iniciar esta pregunta indicando que las operaciones con derivados presentan rasgos comunes, a nivel mundial, los cuales expondré de manera resumida:

1. Hay operaciones *a plazo*. Son operaciones en las que, entre el momento de la contratación y el de la liquidación, transcurre un período de tiempo suficientemente dilatado como para hacer posible y conveniente la existencia de un mercado secundario.
2. Hay operaciones *a medida*. Esta característica equivale a que las partes contratantes eligen libremente el activo subyacente seleccionado, la cantidad del mismo, su precio y la fecha de vencimiento. Este nivel de concreción permite, siempre que se encuentre contrapartida, una adecuación sumamente exacta a las necesidades de cada operador, garantizándole un precio de compraventa para el instrumento deseado, en la cantidad precisa y exactamente en la fecha futura buscada.
3. Ser operaciones *con riesgo de liquidación*. Con las características antes citadas, las dos operaciones con derivados presentan suficientes niveles de riesgo de liquidación como para tener que seleccionar cuidadosamente el otro participante en la operación.

---

<sup>44</sup> Elaboración Propia en base a la investigación.

4. Operaciones con *fuerte apalancamiento*. Esta característica se pone de manifiesto considerando que ambas operaciones ofrecen la posibilidad de beneficios teóricamente ilimitados sin ningún desembolso inicial, en el caso de las compraventas a plazo, o pagando una prima relativamente pequeña, en el caso de la compra de opciones.
5. Pese a lo indicado en el número anterior, pueden ser operaciones *relativamente caras*, si se tienen en cuenta los siguientes costes, no siempre explícitos: de búsqueda, al no existir un mercado organizado; de liquidez, por la ausencia de un mercado secundario; y los imputables a los riesgos comentados.

Las principales posibilidades de utilización que presentan los mercados organizados de futuros y opciones están ya presentes en las operaciones a plazo «a medida» y son las siguientes:

### 2.8.1 Cobertura<sup>45</sup>

La primera función de los mercados a plazo es la de proporcionar un mecanismo de cobertura frente al *riesgo de mercado*, es decir, ante la posibilidad de que el precio de mercado de un instrumento financiero varíe ocasionando pérdidas o menores beneficios. Atendiendo a las causas de esta variación, significativas para el tema tratado, cabe hablar de tres variantes del riesgo de mercado<sup>46</sup>.

La primera de ellas, el *riesgo de tipo de interés*, mide las posibles pérdidas, o menores beneficios, que puede generar una variación en el nivel o estructura de los tipos de interés. A su vez, este riesgo sólo se asume si se mantienen *posiciones abiertas*, que son aquellas en las que el plazo de vencimiento (o de modificación de los intereses, si se trata de un instrumento financiero con tipo de interés variable) de un activo no coincide con el del

---

<sup>45</sup> El término cobertura aquí empleado hace referencia al concepto seguridad, afianzamiento ó garantía de cumplimiento.

<sup>46</sup> Obsérvese que cuando lo que altera el precio de mercado del instrumento financiero es la insolvencia de su emisor, estamos ante el denominado riesgo de crédito.

pasivo con el que se financia<sup>47</sup>. Cuando el plazo del activo es superior al del pasivo, la posición se denomina *larga* y produce pérdidas, cuando los tipos de interés se elevan, o beneficios, cuando los tipos de interés descienden. Ante variaciones de igual signo de los tipos de interés, una posición *corta* (plazo del pasivo superior al del activo) origina resultados contrarios<sup>48</sup>

La segunda modalidad de riesgo de mercado es el *riesgo de tipo de cambio*, que mide las pérdidas, o menores beneficios, que pueden originar variaciones en el tipo de cambio de la moneda nacional frente a la moneda en la que están denominados los distintos activos y pasivos<sup>49</sup>. En este caso, *la posición* frente a una moneda se considera *larga* cuando, para una determinada fecha, el importe de los activos supera al de los pasivos, en ambos casos denominados en ella, y *corta*, en caso contrario. Es evidente que con una posición larga respecto a una moneda, una elevación del tipo de cambio de la moneda nacional frente a ella (depreciación de la moneda extranjera), producirá una disminución de beneficios, y un aumento si la posición fuese corta.

La tercera forma del riesgo de mercado que va a ser considerada, se refiere a las posibles pérdidas originadas por variaciones en el precio de los *valores de renta variable*. Es evidente que si estas variaciones se deben únicamente a modificaciones de los tipos de interés, se tratará del primer caso de los antes mencionados. Sin embargo, las cotizaciones de esta clase de valores dependen de un conjunto de factores mucho más amplios, entre los que destaca la solvencia de su emisor, que incluye su capacidad de generar beneficios, que normalmente no influyen en el precio de mercado del pasivo con el que se financia la inversión. Se trata, por tanto, de una forma de riesgo de mercado heterogénea respecto a las anteriores.

---

<sup>47</sup> De ahí que también se denomine riesgo de posición. Con posiciones cerradas, se producen pérdidas latentes que pueden llegar a materializarse si, por cualquier motivo, se vende el activo o amortiza el pasivo, reabriendo la posición.

<sup>48</sup> Por ejemplo, si con una *posición larga* se elevan los tipos de interés, cuando vence el pasivo caben dos alternativas, que, con mercados perfectos, suponen la misma disminución de beneficios. La primera es renovar la fuente de financiación, emitiendo un pasivo con plazo igual a la vida residual del activo, que tendrá un coste más alto al haberse elevado los tipos de interés. La segunda es vender el activo, cuyo precio habrá disminuido por la misma causa. Con una *posición corta*, ante una elevación de los tipos de interés, las dos posibilidades abiertas cuando vence el activo son: adquirir uno nuevo, que será más rentable, o, si ello es posible, amortizar anticipadamente el pasivo, mediante su adquisición a un precio que ahora habrá disminuido.

<sup>49</sup> Pese a que es indudable la relación entre las variaciones de los tipos de interés, del tipo de cambio, y de las cotizaciones bursátiles, habitualmente suelen tratarse por separado los riesgos que implican.

Frente a todas estas formas de riesgo de mercado, el *procedimiento de cobertura* es el mismo, ya que consiste en realizar operaciones que contribuyan a disminuir la exposición al riesgo, es decir, compraventas a plazo o adquisición o emisión de opciones, de forma que las posiciones abiertas previas se cierren total o parcialmente, es decir, el procedimiento de cobertura consiste en asegurar hoy el precio de las operaciones financieras, activas o pasivas, que van a tener que realizarse en el futuro. Por ello, la perfección de la cobertura será tanto mayor cuanto más exactamente coincidan para la posición abierta y para la operación de cobertura:

- Los importes,
- Las fechas o plazos, y
- La variabilidad del precio del instrumento financiero en el que se registra la posición abierta y del activo subyacente en la operación de cobertura, si no son el mismo.

Es por ello, obviamente, siempre que se encuentre exactamente la contrapartida buscada, las operaciones *a medida* presenten el mayor grado de precisión en las coberturas.

Es evidente que, si el activo subyacente de la operación de cobertura no es el mismo que el que origina el riesgo, al menos los factores que influyen en la variabilidad del precio de ambos y en la magnitud de ésta, han de ser lo más similares que sea posible. De ahí que de las tres formas de riesgo de mercado citadas vayan a surgir, tras el proceso que luego se comenta, los tres mercados organizados de futuros y opciones financieros más importantes: sobre tipos de interés, sobre divisas y sobre valores o índices bursátiles.

Por lo tanto queda claro que las operaciones de cobertura vienen dadas por el deseo de reducir o eliminar el riesgo que se deriva de la fluctuación del precio del activo subyacente. De igual manera señalar que como regla general, una posición compradora o “larga” en el activo al contado se cubre con una posición vendedora o “corta” en el mercado de futuros. La situación inversa, es decir, una posición “corta” en el activo al contado, se cubre con una posición compradora o “larga” en el mercado de futuros. La cobertura es más efectiva

cuanto más correlacionados estén los cambios de precios de los activos objeto de cobertura y los cambios de los precios de los futuros. Es por ello por lo que la pérdida en un mercado viene compensada total o parcialmente por el beneficio en el otro mercado, siempre y cuando se hayan tomado posiciones opuestas. Dentro del conjunto de usuarios de los mercados de futuros y opciones se encuentran las entidades de depósito (bancos, cajas de ahorros y cooperativas de crédito), compañías de seguros, fondos de inversión, fondos de pensiones, sociedades y agencias de valores y bolsa, sociedades de financiación y leasing<sup>50</sup>.

La breve descripción realizada de los mecanismos de cobertura pone de manifiesto dos aspectos importantes. El primero es que la necesidad de cubrirse no deriva del volumen de operativa en los mercados, sino muy especialmente del volumen y estructura de las carteras y de la forma de financiarlas. El segundo es que, siempre que la magnitud y causas de la variabilidad de su precio sean similares, es decir, siempre que sus respectivos mercados estén suficientemente integrados, pueden realizarse operaciones de cobertura basadas en un activo subyacente para disminuir los riesgos derivados de posiciones abiertas en otros instrumentos diferentes. Esto explica la posibilidad de utilizar como subyacentes activos nocionales, que no existen en la realidad, o cestas de activos, en las operaciones de cobertura.

### 2.8.2 Especulación

Al contrario que en las operaciones de cobertura, con las que disminuye el nivel de exposición al riesgo de mercado previamente existente, con las *operaciones especulativas* se asumen nuevos riesgos, es decir, se abren posiciones.

Siempre que, por problemas relativos a su propia solvencia, no perturben la marcha de los mercados, la actuación de especuladores dispuestos a asumir riesgos es indispensable para que puedan realizarse operaciones de cobertura con costes que no resulten prohibitivos. En

---

<sup>50</sup> Las empresas no financieras también pueden verse muy beneficiadas con su intervención en los mercados de futuros y opciones, especialmente aquéllas que por su tamaño y estructura financiera tienen una alta participación en los mercados financieros (compañías eléctricas, fabricantes de automóviles, empresas públicas, constructoras, petroquímicas, etc.).

gran parte, especulación y cobertura son las dos caras de una misma moneda, dado que, en definitiva, la función básica de los mercados a plazo es la de lograr una redistribución de riesgos lo más eficiente que sea posible entre agentes que desean desprenderse de ellos y agentes que, a cambio de una rentabilidad dada o en expectativa, desean adquirirlos.

Cabe destacar dos operaciones de cobertura (al igual que dos especulativas), pero es evidente también que, sin la presencia de especuladores, la posibilidad de encontrar contrapartida sería mucho más remota y las oscilaciones de los precios serían mucho mayores en un teórico mercado al que sólo concurrieran agentes en busca de cobertura.

Por lo tanto queda claro que, se trata de una actuación que pretende obtener beneficios por las diferencias previstas en las cotizaciones, basándose en las posiciones tomadas según la tendencia esperada. El especulador pretende maximizar su beneficio en el menor tiempo posible, minimizando la aportación de fondos propios.

Cuando se posee o se prevé detentar una posición firme de contado y no se adopta cobertura alguna, también se está especulando. Dicha actuación debe calificarse de especulación pasiva o estática, a diferencia de la anteriormente enunciada, que se refiere a especulación activa o dinámica.

El elevado grado de apalancamiento financiero o “*efecto apalancamiento*” que se consigue en los contratos de futuros hace especialmente atractiva para el especulador la participación en dichos mercados; por ello, quienes realizan operaciones de carácter especulativo dinámico saben que el importante efecto multiplicativo de las plusvalías va a resultar muy gratificante cuando se prevea correctamente la tendencia de las cotizaciones. Precisamente por el alto grado de apalancamiento que incorporan los contratos de futuros y por su evolución de carácter simétrico respecto a la generación de pérdidas y ganancias, los especuladores deben conocer que el mismo efecto multiplicativo, pero en sentido inverso, se produce al prever erróneamente la tendencia de las cotizaciones, siendo por ello conveniente adoptar medidas de precaución como complemento de la operación especulativa.

La especulación es muy positiva para el buen funcionamiento del mercado, dotando al mismo de mayor grado de liquidez y estabilidad, así como de un mayor grado de amplitud, flexibilidad y profundidad en la cotización de los contratos. Debe considerarse que la contrapartida negociadora de un especulador es, en numerosas ocasiones, alguien que realiza una operación de cobertura.

### 2.8.3 Arbitraje<sup>51</sup>

Dado que las operaciones comentadas son “a medida” y no se negocian en mercados organizados, es lógico que el mercado presente numerosas imperfecciones que, teóricamente, podrían ser aprovechadas por los arbitrajistas. Una operación de *arbitraje* consiste en la compra y venta simultánea de un mismo instrumento financiero en diferentes mercados o diferentes segmentos de un mismo mercado, con el fin de obtener beneficios ciertos, aprovechando las imperfecciones del mercado y sin asumir riesgo<sup>52</sup>. De ahí deriva la función básica que cumplen los arbitrajistas en todo mercado: *contribuir a hacerlo más integrado, limando las imperfecciones que puedan producirse en la formación de precios*.

En este sentido, una operación típica de arbitraje se basa en la ejecución de una estrategia cruzada de intercambios con las siguientes características:

- No requiere inversión inicial neta, ya que la operación se realiza con financiación ajena, pero si se realizara con fondos propios deberá considerarse el coste de oportunidad correspondiente.
- Produce un beneficio neto positivo.
- Está libre del riesgo de sufrir pérdidas.

Las actuaciones arbitrajistas incluyen una extensa gama de operaciones cruzadas, entre las que se incluyen como más representativas y habituales de los arbitrajes futuro-contado, futuros-opciones, futuros y opciones de diferentes vencimientos y futuros y opciones iguales o similares, pero cotizados en diferentes mercados.

---

<sup>51</sup> Arbitraje se define como la compra y venta simultáneas de los mismos títulos o de títulos relacionados para aprovechar una ineficiencia en el mercado. Diccionario Bilingüe de Términos Bursátiles.

<sup>52</sup> No es necesario que sea el mismo instrumento financiero, pero es la situación más sencilla.

El arbitraje es una operación de oportunidad que se suele dar durante períodos de tiempo relativamente cortos; para ello, los arbitrajistas, atentos a la evolución del mercado, deben actuar antes de que la intervención de los restantes operadores elimine las oportunidades de arbitraje.

El arbitrajista trata de obtener beneficios aprovechando situaciones anómalas en los precios de los mercados, donde es la imperfección o ineficiencia de los mismos la que genera oportunidades de arbitraje. Sin embargo, a través de dichas operaciones los precios tienden a la eficiencia, por tanto, debemos considerar que la intervención del arbitrajista resulta positiva y necesaria para el buen funcionamiento del mercado.

#### **2.8.4 Información**

Como aspecto último quiero precisar la gran importancia de la Información en general y en particular en el mercado de derivados. En este sentido es evidente, ante lo mencionado, que en la práctica, la labor de cobertura, especulación y arbitrajista se ven extraordinariamente dificultadas en mercados no organizados y descentralizados, que no generan información, o lo hacen de forma excesivamente dispersa, y en los que resulta difícil encontrar contrapartida.

En consecuencia, estos mercados a plazo «a medida», tampoco pueden cumplir adecuadamente otra de las funciones tradicionales de los mercados organizados de futuros y opciones, la de contribuir, a través de sus precios, a reducir los costes de casación, elaboración y difusión de la *información*, contribuyendo así a mejorar la asignación de recursos y, en definitiva, a elevar el bienestar.

### **2.9 Clasificación de los instrumentos derivados**

En este apartado mostraré una serie de criterios bajo los que podemos entender como están operando los productos financieros derivados, dependiendo de los derechos que otorgan, los mercados que se compran y venden, que tipos de contratos existen y como se liquidan.

## 1. Por Derecho

**Forwards:** Son contratos adelantados también conocidos como contratos a plazo o forward, son acuerdos que obligan a comprar o vender una cierta cantidad de un activo en una fecha determinada a un precio, calidad y lugar o medio de entrega específicos.

**Futuro:** Son contratos que contemplan una obligación entre dos partes para comprar y vender un activo en una fecha futura y a un precio determinado, los futuros se realizan en los mercados organizados y bursátiles. El contrato se ajusta diariamente.

**Warrants:** Título que confiere a su tenedor el derecho de comprar valores al emisor de ese título al precio de suscripción pactada. Generalmente es un instrumento a largo plazo con vencimiento a varios años.

**Opciones:** Es un contrato que otorga al tenedor o comprador el derecho, mas no la obligación, de comprar o vender (opciones de compra y venta) una acción o valor en una fecha predeterminada y a un precio de la opción, así como de la compensación que quien tiene derecho a comprar debe pagar el beneficio de poder ejercer la opción si esta es rentable.

**Swaps:** Es un acuerdo para intercambiar flujos de caja en el futuro conforme a una formula fijada.

## 2. Por liquidación

**En efectivo:** Cuando se pagan las diferencias en efectivo a favor de alguna de la partes de contrato, entre los precios de los derivados y los precios de contado al vencimiento de los mismos.

**En especie:** Cuando se pagan al vencimiento del contrato de derivados, el bien subyacente de referencia, absorbiendo los costos de acarreo de los activos hasta la liquidación del contrato.

### 3. Por negociación

#### **Mercados organizados y Mercados Over The Counter (OTC)**

Los mercados de producto derivados nacieron como mercados *Over The Counter* (OTC) o “*extrabursátiles*”, en el cual los contratos se negocian en forma bilateral y el riesgo de incumplimiento es asumido por ambas partes. Estos mercados suelen estar formados por diversos intermediarios financieros que se encuentren conectados entre si a través de sofisticados sistemas de comunicaciones.

Por su parte, los mercados organizados de productos derivados son aquellos en los que los contratos se negocian a través de un sistema implementado por una bolsa específica y cuya estandarización contribuye a concentrar la negociación en un número específico de contratos, en el que las características plenamente definidas.

#### **Mercado Over The Counter (OTC)**

Los mercados *OTC* son denominados así por realizar operaciones a la medida de las necesidades de un inversor determinado, simulan supermercados de productos donde participan un gran número de compradores y vendedores.

Los productos derivados pueden negociarse en ambos tipos de mercados.

En la llamada Ingeniería Financiera; en otras palabras, en la investigación de nuevos productos tiene lugar en los mercados OTC mientras que los mercados organizados permiten a los participantes cubrir los riesgos, como riesgo de mercado, riesgo de crédito, riesgo de tipo de cambio, riesgo de incumplimiento, entre otros.

En este tipo de mercado se negocian instrumentos derivados tales como: Forwards (Contratos adelantados), Warrants (títulos opcionales), Swaps y las opciones.

### Mercados Organizados

En estos mercados se encuentra una mayor formalidad; por lo que, van a pareciendo instituciones para la supervisión y control para el manejo de estos instrumentos. Entre sus características encontramos que, buscan el esquema de productos estandarizados no por tanto tienen que estar a la medida del cliente, mas bien creo que buscan la facilidad de ser aplicables a distintos tipos de inversores.

El Mercado Organizado pierde la perfecta aceptabilidad del producto a las necesidades del cliente y, en cambio aporta liquidez con lo que facilita la posibilidad de hacer y deshacer operaciones al ritmo de la llega de nueva información de mercado.

A continuación presentare un cuadro donde se reflejaran las principales características que existen en el Mercado Organizado y el Mercado OTC.

**Cuadro V. Características de los Mercados Organizados y OTC**

<b>Características</b>	<b>Mercado Over The Counter (OTC)</b>	<b>Mercado Organizado</b>
1. Términos del Contrato	Ajustado a necesidades de ambas partes	Estandarizados
2. Lugar del Mercado	Cualquiera	Mercado Específico
3. Fijación de Precios	Negociaciones	Cotización Abierta
4. Fluctuación de Precios	Libre	En algunos mercados existen limites
5. Relación entre comprador y vendedor	Directa	A través de la Cámara de Compensación
6. Depósito de Garantía	No usual	Siempre para el vendedor
7. Calidad de Cobertura	A la medida	Aproximada
8. Riesgo Contraparte	La asume el comprador	La asume la Cámara
9. Liquidez	Escasa en muchos contratos	Amplia
10. Regulación	No en general	Gubernamental y Autorregulación

FUENTE: 1er. SEMINARIO DEL MERCADO DE VALORES  
Noviembre de 1997

#### 4. Por activos subyacentes

**Acciones:** Son valores que representan un porcentaje del capital social de una empresa. Otorgan a sus compradores los derechos como socios. Las dos categorías de acciones que pueden establecer son las acciones ordinarias y acciones preferentes.

- Acciones Ordinarias: Título valor representativo de una participación de una sociedad anónima. Los tenedores de acciones comunes ejercen el control eligiendo al consejo de administración y decidiendo las políticas de la empresa mediante su voto.
- Acciones preferentes: Título de capital que representa una parte de la propiedad de una sociedad anónima. Se emite con un dividendo determinado que debe pagarse antes de que se paguen dividendos a los tenedores de acciones ordinarias. Generalmente no tiene derecho a voto.

#### 2.10 Ventajas de los derivados financieros

La principal función de los derivados es servir de cobertura ante fluctuaciones de precio de los subyacentes, por lo que se aplican preferentemente a:

- Portafolios accionarios.
- Obligaciones contraídas a tasa variable.
- Pagos o cobranzas en moneda extranjera a un determinado plazo.
- Planeación de flujos de efectivo, entre otros.

Los productos derivados son instrumentos que contribuyen a la liquidez, estabilidad y profundidad de los mercados financieros; generando condiciones para diversificar las inversiones y administrar riesgos.

Los beneficios de los productos derivados, como los Futuros, son especialmente aplicables en los casos de:

- Importadores que requieran dar cobertura a sus compromisos de pago en divisas.
- Tesoreros de empresas que busquen protegerse de fluctuaciones adversas en las tasas de interés.
- Inversionistas que requieran proteger sus portafolios de acciones contra los efectos de la volatilidad.
- Inversionistas experimentados que pretendan obtener rendimientos por la baja o alza de los activos subyacentes.
- Empresas no financieras que quieran apalancar utilidades.
- Deudores a tasa flotante que busquen protegerse de variaciones adversas en la tasa de interés, entre otros.

## 2.11 El Cambio en los Mercados Financieros

Dejando a un lado el hecho de que los corredores de bolsa ya no gritan por los pasillos de la Bolsa de valores, sino que siguen el curso de las acciones sin hacer ruido desde el monitor de sus ordenadores, la cultura de la bolsa actual se diferencia en muchos otros puntos de la de hace 50 años. Aún cuando el ambiente en las bolsas de hoy en día transmite paz y tranquilidad, el número de transacciones, no sólo en acciones, ha aumentado notablemente en los últimos años. Una característica típica de los mercados modernos son las transacciones con **derivados** de diferentes estructuras.

Los derivados son instrumentos financieros respaldados por un valor base como por ejemplo una acción, un bono, un activo o una materia prima y que por consiguiente su valor depende de éste. Es así como existen por ejemplo certificados sobre cacao o aluminio, valores con los que es posible asegurar el precio de una acción o también comprar un seguro ante préstamos vencidos. Los derivados más utilizados son **futuros** y **opciones**.

Sin embargo hay una gran complejidad en los futuros, los cuales cuentan con un complicado sistema de pagos de seguridad. Únicamente nos concentraremos en los **forwards**, los cuales tienen una estructura un poco más sencilla. Ambos son **contratos spot**. En el caso de **forwards**, éstos son contratos que le permiten al dueño, vender o

comprar el subyacente a un precio fijo en un momento específico en el futuro. En el caso de futuros y de forwards, se tiene la obligación de comprar o vender el subyacente, al precio comprometido y en el momento en el tiempo acordado. Por el contrario, el dueño de una opción puede escoger si llegado el tiempo acordado, él desea vender el subyacente al precio acordado o no. Esto quiere decir que él tiene la posibilidad de elegir.

## 2.12 Instrumentos Derivados

### Opciones y Forwards

El concepto de opción no es conocido exclusivamente en el campo de las finanzas. Por el contrario, es utilizado mucho en el día a día y significa *tener una posibilidad* (“tengo la oportunidad de aceptar esta oferta...”). La característica principal de una opción así es que si bien uno puede aprovechar la oportunidad, no es una obligación. Desde este punto de vista, una opción presenta siempre algo positivo. Las mismas características presentan las opciones, cuando se usa bajo la terminología del mundo de las finanzas.

En general, por *opción* se entiende como un contrato, que le garantiza a su comprador una remuneración no negativa de una suma no predeterminada, en un punto fijo en el tiempo. En el peor de los casos, uno no obtendrá ganancia alguna (es decir, se tendrá una remuneración de cero), o bien se obtendrá una remuneración estrictamente positiva. Al vendedor de la opción se le llama **aspirante** de la opción, mientras que al comprador se le llama **dueño** de la opción.

Las formas más conocidas de opciones, son la de compra y venta de opciones sobre acciones, llamadas **calls** y **puts** respectivamente. Ellas garantizan a su dueño el derecho (pero no la obligación) de obtener del aspirante en el momento predeterminado  $T$  (también llamada **fecha de vencimiento**) y al precio  $K$ , llamado **precio strike**, la acción de una determinada compañía, en el caso de un **call**, o bien la venta al aspirante, en el caso de un **put**.

***Esquema de los diferentes tipos de opciones:***

- ***Opción-Call:*** se obtiene el derecho de comprar una acción a un precio previamente determinado.
- ***Opción-Put:*** se obtiene el derecho de vender una acción a un precio previamente determinado.
- ***Opción-Digital:*** si el precio de la acción se encuentra al vencimiento por arriba o por abajo de un valor previamente determinado, entonces se obtiene una suma de dinero determinada.
- ***Opción sobre un mínimo / máximo de múltiples acciones:*** se obtiene el derecho de comprar (vender) la acción de más bajo valor (la de mayor valor) de entre un paquete, a un precio previamente determinado.
- ***Opción de índices:*** si el precio de una acción al vencimiento del contrato se encuentra sobre el precio de una acción de control (sin embargo generalmente se utiliza un índice como el Dow Jones o el DAX), entonces se recibe la diferencia entre los precios.
- ***Opciones de barrera:*** si durante la duración del contrato, el precio de la acción sube de un determinado precio (baja de un determinado precio), se obtiene (pierde) el derecho de comprar (vender) la acción a un precio previamente determinado.
- ***Opciones europeas:*** únicamente es posible ejercer el derecho sobre la acción al final del contrato.
- ***Opciones americanas:*** es posible ejercer el derecho de la acción en cualquier momento durante la duración del contrato.

En las opciones se hace la distinción entre **opciones europeas** y **opciones americanas**. En las opciones americanas es posible ejercer el derecho sobre la opción en cualquier momento durante la validez del contrato, mientras que en las europeas, únicamente al final del período.

Las opciones se parecen en cierta forma a los **futuros** y a los **forwards**. Sin embargo, en ellos no existe este derecho. Un contrato forward se refiere a poder vender o comprar un bien determinado en un momento fijo en el tiempo. Por el contrario, los futuros se

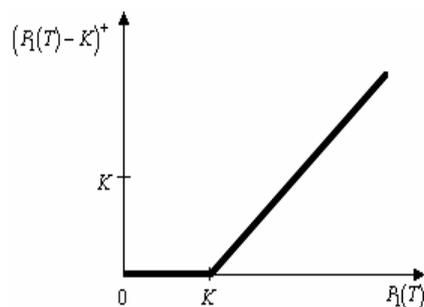
diferencian de los forwards en el hecho que han sido estandarizados para las bolsas y requieren de cuotas de seguridad. Los forwards no son manejados por las bolsas, algo que sí sucede con los futuros. Es así como los forwards son manejados individualmente por bancos “en las ventanillas”, es decir, en el Mercado OTC.

### 2.12.1 Opciones Call y Put

El dueño de un *Call* ejercerá su derecho de adquirir la acción al precio  $K$  en el momento  $T$ , si el precio  $P_1(T)$  de la acción es mayor que el precio strike  $K$ . Después de esto, él podría sacar al mercado la acción al precio  $P_1(T)$  y así hacer uso de su opción y obtener una ganancia de  $P_1(T) - K$ . Por el contrario, si el precio  $P_1(T)$  de la acción es menor que  $K$ , entonces el dueño del Call no hará uso de su derecho. Esto es debido a que si él quisiera hacerse acreedor de la acción, le resultaría más favorable conseguirlo directamente en el mercado. La posesión de un Call en este caso no redundaría en una ganancia. Es así como se identifica un Call europeo con el *premio de la opción*.

$$B_{Call} = (P_1(T) - K)^+$$

En forma gráfica, es posible representar el premio de un Call europeo por el siguiente diagrama de remuneración:

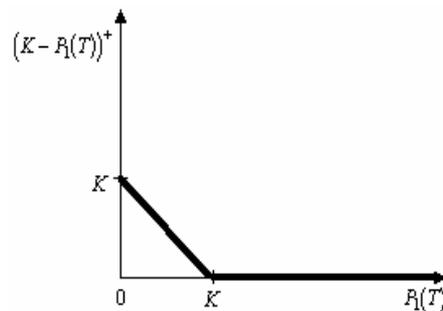


**Figura 4. Diagrama de remuneración para un Call europeo**

De manera similar se comportará el dueño de un **put**. Éste aprovechará su derecho de vender la acción al precio  $K$  cuando el precio  $P_1(T)$  de la acción sea menor a la del precio strike  $K$  dentro del tiempo remanente hasta la expira  $P_1(T)$  de la opción. De ejercer la opción, él obtendría una ganancia de  $K - P_1(T)$ . Si en cambio el precio  $P_1(T)$  de la acción es mayor que  $K$ , entonces el dueño del put no ejercerá su derecho, ya que si él deseara vender la acción le resultaría más beneficioso hacerlo directamente en el mercado. Es así como se identifica un put europeo con el premio de la opción.

$$B_{Call} = (P_1(T) - K)^+$$

En forma gráfica, el premio del put europeo se puede representar por el siguiente diagrama de remuneración:



**Figura 5. Diagrama de remuneración para un put europeo**

### 2.12.2 Contratos de Forwards

Los forwards son generalmente establecidos sobre bienes, valores o divisas para aquellos contratantes que quieran comprarlos (o necesiten comprarlos) a corto plazo. Generalmente sirven para el aseguramiento de los precios. Frecuentemente el comprador se encuentra a la espera de un flujo de dinero seguro. Para determinar la forma en la que se evalúan los forwards, analizaremos un forward sobre una acción, el cual tiene un precio actual de  $P_1(0) = p_1$  y que no devuelve dividendos durante el período de devengo. El precio de compra  $K$  para la acción en  $T$  es generalmente convenido de tal forma que el valor actual del contrato, es decir  $t = 0$ , sea cero.

Así, más que tratar el valor del contrato, los esfuerzos se concentran en la determinación del precio  $K$ , el cual hará de valor del contrato al final del período, un contrato sin coste alguno. Este precio es conocido como el **precio del forward**.

En las siguientes observaciones, para determinar el precio futuro  $K$ , se tomará en cuenta que existen diversas posibilidades de colocar dinero (sin riesgo). Además de la posibilidad de invertir en la acción, observaremos depósitos fijos con una tasa de interés de  $r$  %. Por lo demás, existe la posibilidad de hacerse acreedor de créditos a la misma tasa de interés. Lo primero es que al dueño de las acciones se le da la oportunidad de meditar si en lugar de poner a disposición su acción a través del forward en el tiempo  $T$ , prefiriese vender su acción al actual precio de  $P_1$ . Este dinero lo podría colocar entonces en un plazo fijo y al vencimiento, en el tiempo  $T$ , tendría la siguiente suma de dinero:

$$e^{rT} * P_1$$

Es así como el vendedor de la acción deseará obtener con el forward una cantidad cuanto menos de  $K = e^{rT} * P_1$ . Por otro lado, el comprador de la acción podría comprar su acción directamente en el mercado y financiar la compra a través de un crédito por la suma de  $P_1$ .

Es así como él aceptaría un contrato de un forward si el precio  $K$  es menor a este valor, de esta forma el precio de compra  $K$  queda claramente definido.

***Precio de un forward:***

El contrato de un forward sobre una acción a un precio de compra  $K$  en el momento  $T$  posee exactamente hoy el valor de cero, si el precio de compra  $K$  elegido es:

$$K = e^{rT} * P_1$$

Donde  $P_1$  es el precio actual de la acción.

### 2.12.3 Comparación entre Opciones y Forwards

Tanto opciones como forwards son contratos sobre negocios a futuro. Las opciones incluyen un derecho a elegir, los forwards no lo incluyen. El total a recibir a futuro en forwards es conocido, la incógnita es si el negocio a futuro es ventajoso. En el caso de la opción, la suma a recibir es desconocida, sin embargo, debido a la existencia del derecho a elegir, se le garantiza al dueño que el negocio no terminará con pérdidas (una remuneración no negativa). De aquí es que se requiere de un pago en el presente (pago de una prima). Debido a la incertidumbre sobre la cantidad a recibir en el futuro, no es tan fácil determinar la cantidad de esta prima inicial.

En el siguiente cuadro relativo a las aplicaciones prácticas y ventajas operativas de los contratos de futuros se describen las principales operaciones de cobertura que se realizan en los mercados de futuros.

Dentro del conjunto de usuarios de los mercados de futuros y opciones se encuentran las entidades de depósito (bancos, cajas de ahorros y cooperativas de crédito), compañías de seguros, fondos de inversión, fondos de pensiones, sociedades y agencias de valores y bolsa, sociedades de financiación y leasing.

Las empresas no financieras también pueden verse muy beneficiadas con su intervención en los mercados de futuros y opciones, especialmente aquéllas que por su tamaño y estructura financiera tienen una alta participación en los mercados financieros (compañías eléctricas, fabricantes de automóviles, empresas públicas, constructoras, petroquímicas, etc.).<sup>53</sup>

---

<sup>53</sup> Otras aplicaciones que pueden realizarse a través de la operativa en mercados de futuros sobre tipos de interés son las siguientes: Transformación de un empréstito o adelanto a tipo fijo en tipo variable o viceversa y Transformación de un préstamo a tipo variable en tipo fijo o viceversa. La breve descripción realizada de los mecanismos de cobertura pone de manifiesto dos aspectos importantes. El primero es que la necesidad de cubrirse no deriva del volumen de operativa en los mercados, sino muy especialmente del volumen y estructura de las carteras y de la forma de financiarlas. El segundo es que, siempre que la magnitud y causas de la variabilidad de su precio sean similares, es decir, siempre que sus respectivos mercados estén suficientemente integrados, pueden realizarse operaciones de cobertura basadas en un activo subyacente para disminuir los riesgos derivados de posiciones abiertas en otros instrumentos diferentes. Esto explica la posibilidad de utilizar como subyacentes activos nocionales, que no existen en la realidad, o cestas de activos, en las operaciones de cobertura.

## CAPÍTULO III

### APLICACIÓN MATEMÁTICA DEL MODELO DE FINANZAS CONDUCTUALES

En este capítulo demostraré como lo marca la hipótesis inicial del presente trabajo que es mas ventajoso utilizar un modelo de las finanzas conductuales para evaluar derivados que el modelo de las finanzas clásicas.

Tomare como modelo de referencia de las finanzas clásicas el modelo Black – Scholes. Se tomará como caso específico la evaluación de una opción Europea de compra (*call*) sobre el *S&P 500 (Standard & Poor's 500 Index)*.

Los llamados productos derivados financieros han sido utilizados con diversos objetivos, pero, dependiendo de la intención que se tenga al utilizarlos, los agentes u operadores que intervienen en su uso siempre se pueden enmarcar dentro alguna de las siguientes categorías: coberturistas, especuladores o arbitrajistas.

El objetivo de un coberturista (*hedger*) es cubrir el riesgo que afronta ante potenciales movimientos en un mercado variable. Los especuladores, utilizan los derivados para apostar acerca de la dirección futura de los mercados y tratar de obtener beneficio de esas tendencias “previstas”. Los arbitrajistas toman posiciones compensatorias sobre dos o más activos o derivados, asegurándose un beneficio sin riesgo, y aprovechando situaciones coyunturales de los mercados.

#### **3.1 El Modelo Black – Scholes**

En los últimos años, los analistas financieros han usado técnicas matemáticas más sofisticadas tales como las integrales estocásticas, para describir el comportamiento de los mercados o para obtener métodos de cálculo.

Los procesos estocásticos se utilizan para la construcción de modelos en los que intervienen estos procesos. Se aplican a la teoría económica, que trata de dar cuenta de los mecanismos que registran los hechos económicos al nivel local o global. También se aplican a la teoría de la previsión, a los transportes y al trabajo, a las ciencias del medio ambiente y a las teorías de la información, entre otras aplicaciones. Quiero hacer énfasis en que los procesos estocásticos y, especialmente, la teoría de las ecuaciones diferenciales estocásticas son un instrumento importante en la teoría financiera.

Black y Scholes en 1973 fueron los primeros que valoraron en el equilibrio una opción europea (de compra y venta) al mismo tiempo que establecieron la cobertura de la misma, sobre una acción que no pagaba dividendos.

### **3.1.1 Orígenes del Modelo Black – Scholes**

Los orígenes de los modelos para la valoración de derivados financieros se encuentran en la ecuación de difusión, cuyo autor fue Joseph Fourier (1768-1830). Fourier publicó la “Théorie Analytique de la Chaleur” en 1822; pero desde 1807, aspirando al premio anual de la Academia de Ciencias, había presentado el primer trabajo relativo al tema de la conducción del calor. Ilustres matemáticos puros de la época, tales como Laplace, Lagrange y Legendre, que evaluaron la investigación, manifestaron sus reservas sobre el rigor lógico de algunas de sus deducciones, ya que por su condición de físico-matemático, los procedimientos de Fourier eran más empíricos que lógico-deductivos. Pero lo animaron a continuar su investigación, hasta que su persistencia y la relevancia de su teoría lo hicieron acreedor al Gran Premio de la Academia de Ciencias de París en 1812.

En 1827 el botánico inglés Robert Brown, analizó el movimiento de partículas de polen en el agua, y lo asoció a las teorías vitalistas de la vida, argumentando que ese movimiento era propio de la materia viviente, y relacionado con los mecanismos de la reproducción. Sin embargo, en sus trabajos finales, concluye que el movimiento errático observado era de naturaleza mecánica y no dependía del carácter orgánico ni inorgánico de los objetos considerados.

En 1905, casi un siglo después, Albert Einstein construyó un modelo matemático para explicar ese fenómeno, y lo denomina “Movimiento Browniano” en honor a su descubridor. Las hipótesis básicas de ese modelo de Einstein eran que el desplazamiento de la partícula entre dos instantes es independiente de las posiciones anteriores que haya tenido, y que la ley de probabilidad que rige el movimiento de la partícula sólo depende de distancia temporal. Con estas hipótesis, Einstein llegó a demostrar que la función de distribución  $f$  de la posición de la partícula tenía que verificar la siguiente ecuación en derivadas parciales:

$$\frac{\partial f}{\partial t} = D \frac{\partial^2 f}{\partial x^2},$$

Donde  $x$  es la variable espacial,  $t$  la variable temporal y  $D$  es una constante adecuada.

Esta ecuación, que ya era conocida como la ecuación de difusión, se ha constituido posteriormente en una de las vías a través de las cuales, haciendo algunos cambios de variables, se encuentran soluciones a la Ecuación de Black-Scholes.

Por otro lado, el 29 de marzo de 1900, Louis Bachelier defendió exitosamente en la Universidad de la Sorbona su tesis “Theorie de la Spéculation” para optar al Ph.D, bajo la supervisión de Henri Poincaré. En ella proponía un movimiento Browniano como modelo asociado a los precios de las acciones.

El objetivo del modelo de Bachelier era determinar el valor de opciones accionarias, y aunque fue un buen principio para esa valoración, la fórmula que dedujo estaba basada en supuestos no realistas, ya que asumía la inexistencia de tasas de interés y utilizaba un proceso estocástico (movimiento browniano) que permitía que los precios de las acciones tomaran valores negativos. Posiblemente ésta fue una razón para que ese modelo fuera olvidado durante mucho tiempo.

Posteriormente, autores como Paul Samuelson y James Boness, se ocuparon de superar algunas de los inconvenientes del modelo de Bachelier, asumiendo la existencia de tasas de interés y una distribución de probabilidad más realista para los precios de las acciones; además tuvieron en cuenta que los inversores son adversos al riesgo, y que posiblemente estén dispuestos a asumirlo, pero a cambio de algún premio.

En particular, en 1960, el economista norteamericano Samuelson (premio Nobel de economía en 1970) propuso el movimiento browniano geométrico como modelo para los precios que están sujetos a incertidumbre. En 1964, Boness sugirió una fórmula más cercana a la de Black-Scholes, pero que todavía contaba con una tasa de interés desconocida, que Boness incluía como compensación por el riesgo asociado con el valor de la acción.

Para el modelo de Black-Scholes, el movimiento Browniano geométrico es el modelo básico asociado a los movimientos de los precios. Pero además estos autores tuvieron en cuenta, y esto fue determinante, que el movimiento Browniano está asociado con la teoría matemática avanzada del cálculo estocástico o cálculo de Ito, desarrollado por el matemático japonés Kiyosi Ito desde 1940, que considera aspectos análogos a los del cálculo clásico de Newton y Leibniz, pero en condiciones aleatorias.

Fisher Black y Myron Scholes, quienes fueron los creadores originales del modelo, lograron plasmarlo en un artículo en octubre de 1970, que titularon "*A Theoretical Valuation Formula for Options, Warrants and Other Securities*".

Al tratar de publicarlo en el *Journal of Political Economy*, de la Universidad de Chicago, el trabajo fue rechazado por ser excesivamente especializado. Posteriormente intentaron de nuevo publicarlo en *Review of Economic and Statistics*, de Harvard, y volvieron a fracasar. Reescribieron el artículo en enero de 1971, con nuevo título "*Capital Market Equilibrium and the Pricing of Corporate Liabilities*" pero, otra vez tuvieron una respuesta negativa.

Pero insistieron, y triunfó su persistencia: Lograron que la versión final, de mayo de 1972, titulada "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", apareciera en el *Journal of Political Economy* de mayo/junio de 1973, un año después de que, en un artículo del *Journal of Finance*, Black y Scholes explicaran que su fórmula había sido verificada empíricamente.

El modelo toma su nombre de Black y Scholes porque fueron ellos los primeros en deducirlo, basando sus estudios en el CAPM, por el cual Sharpe ganó el premio Nobel de economía en 1990.

### 3.1.2 La Fórmula del Modelo Black - Scholes

En la aplicación de la fórmula de Black-Scholes hay que considerar que el activo subyacente, sobre el cual funciona una opción puede ser entre otras cosas acciones, bonos, oro, materias primas, edificios, o la opción de adquirir otra opción.

El criterio de análisis de Black y Scholes debe ser muy crítico porque éste surge de un modelo probabilístico diseñado para valorar opciones de compra, es decir, de un modelo que nos indica cuánto valdrá una opción en el futuro. Por lo general las opciones de compra se manejan por periodos muy cortos, es decir, de entre unos cuantos días hasta uno, dos o tres meses. Cuando el modelo lo trasladamos a valorar una empresa no nos interesa saber cuánto valdrá dentro de 8 días o dentro de un mes y medio, sino que nos interesa saber cuál será su valor de compra dentro de 5 o 10 años para saber si conviene invertir o no en ella.

Este método Black y Scholes no nos va a brindar el valor exacto que la empresa tendrá en el futuro, sino que, dadas las características del mismo que con bases probabilísticas sólidas indica el valor que en el futuro podría tener la empresa, nos señalaría si la empresa fue capaz de generar valor o no en relación con el valor que de ella misma se esperaba.

Si el modelo de Black y Scholes, calculado con el criterio mencionado, determina el valor que una empresa tendrá en un año, y se observa que después de ese año el valor en libros rebasó la expectativa, es decir, que fue superior, se puede concluir que la empresa generó valor. Por el contrario, si el valor en libros no alcanzó las expectativas, es decir, que se quedó por debajo del valor pronosticado, se podría concluir que la empresa no generó valor. En este caso no sería un valor relacionado con las métricas conocidas, sino que sería una forma más como la empresa puede medir la creación de valor. En este caso podría llamarse *valor económico futuro mínimo esperado*.

Supongamos que el valor de una acción, que se toma como activo subyacente, es  $S$  y satisface la siguiente ecuación diferencial estocástica:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dx,$$

Donde  $\mu$  es la tasa promedio de rendimiento,  $t$  es el tiempo,  $\sigma$  es la volatilidad y  $dx$  es un proceso de Wiener, que satisface una distribución normal  $N(0, \sqrt{dt})$ . La igualdad planteada se conoce como *movimiento browniano geométrico*. El valor de una opción sobre aquel activo subyacente, lo denotaremos por  $V = V(S, t)$ , y es una función del valor de ese activo  $S$ , y del tiempo  $t$ .

Usando el lema de Itô (una conocida fórmula del cálculo estocástico) se tiene que:

$$dV = \frac{\partial V}{\partial t} dt + \frac{\partial V}{\partial S} dS + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} (dS)^2 = \left( \frac{\partial V}{\partial t} + \mu S \frac{\partial V}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \right) dt + \sigma S \frac{\partial V}{\partial S} dX$$

En este caso, igual que en el caso discreto, se puede valorar el precio de la opción comparando con un portafolio apropiado, que elimine la aleatoriedad del movimiento browniano. Como  $S$  y  $V$  están correlacionados, esto puede hacerse construyendo un portafolio que consiste de una opción y un número  $-\frac{\partial V}{\partial S}$  de acciones. El valor de este portafolio estará dado por:

$$\Pi = V - \frac{\partial V}{\partial S} S$$

Por lo tanto el cambio del valor del portafolio será:

$$\Delta \Pi = \Delta V - \frac{\Delta V}{\Delta S} \Delta S$$

Que combinando con las expresiones dadas para  $dS$  y  $dV$  se convierte en:

$$d\Pi = \left( \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \right) dt,$$

Además la ganancia de invertir a una tasa sin riesgo  $r$ , durante un intervalo de tiempo  $dt$ , sería  $r\Pi dt$ . Entonces asumiendo que no existe oportunidad de arbitraje y que no hay costos de transacción se tendría que,

$$r\Pi dt = \left( \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} \right) dt$$

Sustituyendo  $\Pi = V - \frac{\partial V}{\partial S} S$  en la expresión anterior y dividiendo por  $t$  se obtiene la ecuación diferencial de Black-Scholes:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} - rV = 0$$

El valor de cualquier derivado financiero debe satisfacer esta ecuación básica.

Como la mayoría de las ecuaciones diferenciales, la ecuación Black-Scholes tiene muchas soluciones, que dependen de las condiciones iniciales y de frontera, y que corresponden a la multitud de posibles instrumentos derivados financieros. En muchos casos prácticos, los procedimientos no permiten una solución analítica, y se hace necesario recurrir a métodos numéricos.

En el caso de una opción *call* Europea, con precio de ejercicio  $X$ , y término de expiración  $T$ , al final del período la opción debe valer exactamente  $\max(S - X, 0)$  cuando  $t = T$ . Para este derivado en particular y con la condición dada, el valor de esa opción, generado por el modelo está dado por:

Esta es la llamada fórmula de *Black-Scholes*. En ella representa el valor de la función de probabilidad acumulada de una distribución normal estándar, es decir:

$$c = S_0 N(d_1) - X e^{-rt} N(d_2)$$

$$p = X e^{-rt} N(-d_2) - S_0 N(-d_1),$$

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / X) + (r + \sigma^2 / 2)T}{\sigma \sqrt{T}}$$

y

$$d_2 = \frac{\ln(S_0 / X) + (r - \sigma^2 / 2)T}{\sigma \sqrt{T}} = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

De acuerdo con la fórmula, el valor de la opción de Call  $C$  puede ser explicado por la diferencia entre el precio esperado de la acción y el costo esperado si la opción es ejercida.

El valor de la opción es mayor cuanto más alto sea el precio presente de la acción  $S$ ; cuanto más alta sea la volatilidad del precio de la acción que se mide por desviación estándar ( $\sigma$ ); cuanto más alta sea la tasa de interés libre de riesgo  $r$ ; cuanto más largo sea el tiempo hasta la madurez  $T$ , y cuanto más bajo sea el precio de ejercicio  $E$ , ya que entonces aumenta la probabilidad de que la opción sea ejercida. Esta probabilidad es, bajo la hipótesis de neutralidad del riesgo, evaluada por la función de distribución normal estandarizada  $N$ , en el segundo término del segundo miembro.

En la ecuación todos los parámetros son observables, excepto la volatilidad. Ésta debe estimarse a partir de datos históricos del mercado. Alternativamente, si se sabe el precio de la opción *call*, puede utilizarse para calcular la volatilidad estimada por el mercado, también llamada “*volatilidad implícita*”<sup>54</sup>.

---

<sup>54</sup> La volatilidad implícita mide si las primas de las opciones son relativamente caras o baratas. Esta se calculada basada en las actuales primas negociadas de las opciones. [www.futuros.com/volatilidad.html](http://www.futuros.com/volatilidad.html)

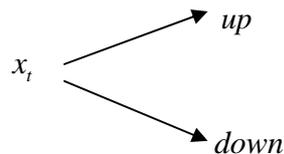
Con frecuencia se confunden el modelo y la fórmula. Es importante aclarar que el modelo Black-Scholes es la ecuación diferencial en derivadas parciales; y la fórmula de Black-Scholes, aunque es muy aplicada, sólo es una solución particular, válida para condiciones iniciales o de frontera muy específicas.

### 3.2 Behavioral Black - Scholes

Las opciones son uno de los tipos de activos específicos en el mercado de derivados o contratos sobre las posibles transacciones futuras, una de las características de las opciones es que da al derecho comprar o vender el recurso subyacente al precio dado a un periodo de tiempo determinado.

Las opciones europeas tienen un cierto tiempo fijo para ejercer y hacer posible la transacción.

Bajo el concepto de “*libre de arbitraje*” en los mercados completos, uno puede formar un riesgo único de las probabilidades neutras para cada posible pago del recurso que depende de los posibles estados. Se forman probabilidades de riesgo-neutral bajo la existencia del *Factor del Descuento Estocástico* que es asegurado por la integridad y solvencia del mercado.



**Figura VI. Evolución de los Estados**

En un caso normal, de la primera condición del orden de básico los consumidores basados en el precio, el libre-arbitraje del precio y la seguridad deben satisfacer la igualdad siguiente:

$$p = E(mx) = \sum_s \pi(s)m(s)x(s) \tag{1}$$

$$= \pi(up)m(up)x(up) + \pi(down)m(down)x(down) \tag{2}$$

Donde  $m$  representa el Factor del Descuento Estocástico y  $x$  es el pago del próximo periodo en un segundo periodo del modelo.

El factor del Descuento puede verse como una transformación de medida de probabilidad que el precio de la seguridad satisface en la relación:

$$p = \frac{1}{R^f} E^*(x) \quad (3)$$

Donde  $*$  muestra la nueva medida que llama “*medida de riesgo neutral*” y  $R^f$  denota la tasa libre de riesgo, que es de hecho la suma de todos los precios.

Dado que todas las condiciones de existencia están satisfechas, entonces la tarea aquí para el precio de la opción es obtener las probabilidades de riesgo neutral porque lo que nosotros vemos en el mercado son las probabilidades objetivas.

La transformación del método puede diferir entre diferentes seguridades. Para las opciones, partimos del hecho de que bajo los mercados completos se puede reproducir la estrategia de la opción por un portafolio consistiendo por adherencias o ligaduras y haciendo uso de la condición de arbitraje, uno puede derivar las probabilidades del riesgo neutral.

$$\pi^* = R^f m(s)\pi(s) = R^f pc(s) \quad (4)$$

$$= \frac{m(s)}{E(m)} \pi(s), \quad (5)$$

$$R^f = \frac{1}{\sum pc(s)} \quad (6)$$

**Anotaciones importantes:**

- Mercados Eficientes
- Ninguna Oportunidad del Arbitraje
- Confianza Homogénea
- Los precios de activo siguen una Distribución Lognormal → Movimiento Geométrico Browniano.
- El precio del riesgo neutral → Equivale a la Medida de Martingale.
- Misma estrategia de financiación y mercados completos. En un mercado completo, se puede formar un portafolio que repita el precio de la opción a cada momento ⇒ Ecuación Diferencial Parcial del Modelo Black-Scholes (**PDE**).
- Precio del riesgo neutral.

En tiempo continuo también es un caso limitante en el Modelo Binomial:

El precio de la opción Call europea con baja seguridad subyacente  $q_z$ , madurez  $t$ , y el *strike price*  $K$  es:

$$C_{BS}(q_z, K, \sigma, t, r) = q_z N(d_1) - Ke^{-rt} N(d_2) \quad (7)$$

Donde  $d_1 = \left[ \ln(q_z / K) + (r + \sigma^2 / 2)t \right] / \sigma \sqrt{t}$ , y  $d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{t}$ , y el precio de seguridad sigue:

$$\frac{dq_z}{q_z} = \mu dt + \sigma dZ \quad (8)$$

Donde  $Z$  es un proceso de Wiener.

**¿Por qué el Modelo Black-Scholes es tan popular?**

- Solución en Forma cerrada
- Todas las sensibilidades disponibles en forma cerrada
- Muy Fácil llevar a cabo e interpretar

- Buenas representaciones
- Alternativa a los modelos de precios.
- Modelos de Volatilidad Estocásticos
- La información Basada en Modelos
- Basado en modelos conductuales

### Basado en modelos conductuales

- Option Smile
- Supuestos heterogéneos
- El sentimiento mide el grado de prejuicio en la función de densidad de probabilidad del inversor representativo

### Teorema (Teorema 14.1 de Shefrin 2005)

Se deja que  $v$  sea vector de un equilibrio estado-precio.

(1)  $v$  satisface:

$$v(x_t) = \delta_{R,t}' P_R(x_t) g(x_t)^{-\gamma_R(x_t)} \quad (9)$$

Donde  $\gamma_R$ ,  $\delta_{R,t}$  y  $P_R$ , teniendo bajo la estructura:

$$1/\gamma_R(x_t) = \sum_j \theta_j(x_t) (1/\gamma_j) \quad (10)$$

$$\delta_{R,t}' = \sum_{x_t} v(x_t) \zeta(x_t)^{\gamma_R(x_t)} \quad (11)$$

$$P_R(x_t) = \frac{v(x_t) \zeta(x_t)^{\gamma_R(x_t)}}{\delta_{R,t}'} \quad (12)$$

$$\zeta(x_t) = \frac{\sum_{j=1}^J c_j(x_0) (D_j(x_t)^{\gamma_R(x_t)})}{\sum_{K=1}^J c_K(x_0)} \quad (13)$$

**Teorema (Teorema 21.1 de Shefrin 2005)**

Dado el teorema 14.1 sustentamos que, la expresión general para el precio de una Opción Europea Call con una seguridad  $Z$ , ofreciendo precio del ejercicio  $K$  y con fecha de expiración  $t$ , se determina como sigue:

- (1) Dejemos que  $S(t-1)$  sea el que determine los nodos del beneficiario  $x_t$  a  $x_{t-1}$ . La densidad del riesgo neutral  $\eta(x_t)$  asociado el evento  $x_t$ , condicionado en  $x_{t-1}$ , se define por:

$$\eta(x_t) = \frac{v(x_t)}{\sum_{y_t \in S(x_{t-1})} v(y_t)}$$

- (2) Ahora se deja que,  $A_E$  determine  $q_z \geq K$ , en cual de la opción Call se ejerce, y  $P_v A_E$  es su probabilidad bajo el riesgo de la densidad neutra  $P_v$ . El producto de un solo periodo define las tasas de interés y el retorno acumulativo  $i_c^t(x_t) = i_1(x_0) i_1(x_1) \dots i_1(x_{t-1})$  a las empresas les interesa el corto plazo y les interesa la seguridad libre de riesgo con reinversión, desde 0 hasta  $t$ . Entonces el precio de la opción Call  $x_0$  esta dado por:

$$q_c(x_0) = E_v \left\{ (q_z(x_t) - K) / i_c^t(x_t) \middle| A_E, x_0 \right\} P \{ A_E | x_0 \}$$

**Teorema (Teorema 21.2 de Shefrin 2005)**

- Ahora para  $P_R \{ A_E \}$  esta el ejercicio bajo la probabilidad de tener una posición “*in the money*” que es la probabilidad de la distribución del inversor representativo. Entonces el precio de la opción esta definido por el teorema anterior y satisface:

$$q_c(x_0) = \delta_{R,t}^t E_R \left\{ (q_z(x_t) - K) g(x_t)^{R(x_t)} \middle| A_E \right\} P_R \{ A_E \} \tag{14}$$

(1) Define el  $t$  – *step* de la distribución de la probabilidad  $\Phi(x_t)$  por arriba de la fecha  $t$  y el evento  $x_t$ , condicionado en  $x_0$ , de la siguiente manera:

$$\Phi(x_t|x_0) = \frac{v(x_t)}{\sum_{y_t} v(y_t)} \quad (15)$$

El  $q_c$  satisface:

$$q_c(x_0) = E_{\Phi} \{ (q_z(x_t) - K) A_E, x_o \} P_{\Phi} \{ A_E | x_0 \} / i_t^t(x_0) \quad (16)$$

**Los teoremas dicen:**

- La ecuación del precio de la densidad del riesgo-neutral se entiende como dado para ocultar las propiedades representativas del inversor, las opiniones o creencias del inversor afectan el precio del activo.
- Alternativamente, uno puede tener la segunda opción y el precio con la fórmula en la que muestra el impacto directo en el precio en las opciones Call del inversor.
- La heterogeneidad puede causar que la tasa de interés y la volatilidad sean estocásticas.
- La tasa de interés y la y la volatilidad afecta directamente el precio de la opción.
- La heterogeneidad introduce “smile effect” como equilibrio al precio de la opción, qué lleva a las diferentes volatilidades implícitas para una opción *put* y un *call*.

**3.3 Demostración Técnica del cálculo de opciones con los Modelos Black Scholes y Behavior Black Scholes**

1.  $S_0$ : El valor de la acción o activo subyacente en el momento de emitir la opción.
2.  $X$ : El precio de ejercicio de la opción.

3.  $T$  : El tiempo hasta la expiración o madurez de la opción.

4.  $r$  : La tasa de interés libre de riesgo.

5.  $\sigma$  : La volatilidad del activo subyacente.

La fórmula derivada por Black-Scholes para un Put es:

$$p = Xe^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(d_1)$$

La fórmula derivada por Black-Scholes para un Call es:

$$c = S_0 e^{-qT} N(d_1) - Xe^{-rT} N(d_2)$$

Donde  $N$  es la distribución normal acumulada y  $d_1$  y  $d_2$  vienen dados por los siguientes términos:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma \sqrt{T}} \quad \text{y}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

Se considera una opción Europea de compra (*call*) sobre el *S&P 500*<sup>55</sup> que esta a dos meses del vencimiento. El valor actual del índice es de 930, el precio de ejercicio es de 900, el tipo de interés libre de riesgo es del 8% anual, y la volatilidad del índice es del 20% en el primer y segundo mes.

---

<sup>55</sup> El índice Standard & Poor's 500 (*Standard & Poor's 500 Index*) también conocido como S&P 500 es uno de los índices bursátiles más importantes de Estados Unidos. Al S&P 500 se le considera el índice más representativo de la situación real del mercado. La historia del S&P 500 data de 1923, cuando la empresa Standard & Poor's introdujo un índice que cubría 233 compañías. El índice, tal como se le conoce hoy en día, fue hecho en 1957 al extenderse para incluir las 500 compañías más grandes del mundo. El S&P 500 sin duda es una herramienta clave para conocer la situación del mercado. Al S&P 500 lo mantiene el Comité del Índice S&P (S&P Index Committee), cuyos miembros son economistas y analistas del Standard & Poor's. El Comité da garantía de seguridad, experiencia y capacidad analítica sobre el índice asociada a dicho departamento de Standard & Poor's 500. El Comité establece la política de mantenimiento, su propia independencia y objetividad.

Por lo tanto:

$$S_0 = 930$$

$$X = 900$$

$$r = 8\% = 0.08$$

$$\sigma = 2\% = 0.2$$

$$T = 0.1667$$

$$q = 0.03$$

La tasa media de dividendo es  $0.2 + 0.3 = 0.5$  por ciento por dos meses o tres por ciento anual por lo que  $q = 0.03$ .

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma^2 \sqrt{T}}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{930}{900}\right) + \left(0.08 - 0.03 + \frac{(0.2)^2}{2}\right) \times \frac{2}{12}}{(0.2) \sqrt{\frac{2}{12}}}$$

$$d_1 = \frac{\ln(1.0333) + (0.05 + 0.04) \times \frac{1}{6}}{(0.2)(0.4082)}$$

$$d_1 = \frac{\ln(1.0333) + (0.070) \times \frac{1}{6}}{(0.0816)}$$

$$d_1 = \frac{0.0328 + 0.0117}{0.0816}$$

$$d_1 = 0.5448$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

$$d_2 = (0.5448) - (0.2) \sqrt{\frac{2}{12}}$$

$$d_2 = (0.5448) - (0.2)(0.4082)$$

$$d_2 = 0.5448 - 0.0816$$

$$d_2 = 0.4632$$

Para  $N$  en tablas quedaría  $N(d_1) = 0.7069$  y para  $N(d_2) = 0.6782$  (en tablas)

$$c = S_0 e^{-qt} N(d_1) - X e^{-rt} N(d_2)$$

$$c = (930)(0.7069)e^{-0.03 \times 0.1667} - (900)(0.6782)e^{-0.08 \times 0.1667}$$

$$c = (930)(0.7069)(0.9950) - (900)(0.6782)(0.9868)$$

$$c = 654.1299 - 602.3230$$

$$c = 51.8069$$

Por lo tanto cada contrato costaría 5.180 dólares.

Por otro lado en la aplicación del modelo Behavioral Black-Scholes presenta la siguiente ecuación:

$$C = S - e^{-rt} K + P$$

Donde:

$C$  = Precio de la opción Call

$S$  = Es el precio del bien subyacente

$r$  = Tasa de interés libre de riesgo

$t$  = Tiempo de expiración

$K$  = Precio de ejercicio

$P$  = Precio de la opción Put

Tomando el ejercicio del *S&P 500* nos quedaría de la siguiente manera:

$C$  = Precio de la opción Call

$S = 930$

$r = 8\% = 0.08$  anual

$t = 0.1667$

$K = 900$

$P = 0$

Entonces quedaría de la siguiente manera:

$$C = S - e^{-rt} K + P$$

$$C = 930 - e^{-(0.08)(0.1667)} (900)$$

$$C = 930 - (0.9868)(900)$$

$$C = 930 - 888.0773$$

$$C = 41.9227$$

Por lo tanto cada contrato costaría 4.1923 con la aplicación del Modelo Behavioral Black-Scholes más barato que con la ecuación normal de las finanzas clásicas Black-Scholes.

Por ejemplo, para una opción con una seguridad  $Z$ , donde el precio para  $t = 0$  es  $qz$ , y para los retornos es una distribución log-normal con una desviación estándar  $\sigma$ . Dado el modelo Black-Scholes pueda fallar al mantenerse en equilibrio. Se consideran dos alternativas, en la primera situación todos los inversores están de acuerdo con el inversor 1, el valor de equilibrio  $Z$  es  $qz$  el retorno es una desviación estándar  $\sigma$  y el equilibrio continuo de la tasa de interés compuesto es  $r_1$ . En la segunda situación, todos los inversores están de acuerdo con el inversor 2 el valor de equilibrio  $Z$  es  $qz$  el retorno es una desviación estándar  $\sigma$  y el equilibrio continuo de la tasa de interés compuesto es  $r_2$ . El weighted-average propiedad implica:

$$C_{eq} = [C_{BS}(qz, K, \sigma, t, r_1) + C_{BS}(qz, K, \sigma, t, r_2)]/2$$

Considerando un ejemplo con un valor extremo en el momento culminante de las propiedades de la ecuación anterior, específicamente para  $r_1 = 50\%$  y  $r_2 = 50\%$ .

## CONCLUSIONES

En la presente tesis se abordó el tema de las finanzas como una aplicación que todavía tiene mucho que dar en su estudio aplicando otras ciencias como la Psicología. Los principios psicológicos que rigen la percepción de los problemas de decisión y la evaluación de probabilidades y producir resultados previsibles cambios de preferencia cuando el mismo problema se enmarca en diferentes maneras.

Los retrocesos de preferencia se ha demostrado en decisiones monetarias con respecto a los resultados, tanto hipotéticas y reales, y en cuestiones que guarden relación con la pérdida de vidas humanas. Los efectos de marcos en las preferencias se comparan con los efectos de perspectivas sobre la percepción de la apariencia. La dependencia de las preferencias en la formulación de problemas de decisión es una preocupación significativa para la teoría de elección racional.

Los sucesos que rodean la burbuja de los mercados financieros han impulsado a muchos a reevaluar la eficiencia de los mercados financieros como lo han hecho las finanzas conductuales. Respecto a esta materia muchos autores dicen que las finanzas clásicas, como se menciona al principio, son la columna vertebral de las finanzas pero conviene reconocer que no está exenta de limitaciones, por ello la presente tesis trata de dar una nueva aplicación a las finanzas con un modelo conductual.

Las Finanzas Conductuales han empezado a incorporar elementos de la psicología con el propósito de entender mejor como el individuo y los mercados reaccionan ante circunstancias diversas en las que a veces se conoce o no la información. El propósito de la aplicación de las Finanzas Conductuales ha sido el de resaltar la importancia y la trascendencia de incluir en los análisis de inversión variables psicológicas como herramientas que permitan ver con un poco más de claridad la posible evolución del mercado.

## CONCLUSIONES

Las Finanzas Conductuales y la Economía Conductual son campos muy cercanos entre ellos que aplican la investigación científica en las tendencias cognitivas o de conocimiento y emocionales humanas y sociales, para una mejor comprensión de la toma de decisiones económicas y como afectan a los precios de mercado, beneficios y a la asignación de recursos. Los campos de estudio están principalmente ocupados con la racionalidad, o su ausencia, de los agentes económicos.

Los modelos del comportamiento característicamente integran visiones desde la psicología con la teoría Económica Neoclásica. Los análisis están principalmente ocupados con los efectos de las decisiones del mercado. La Psicología y la Sociología han demostrado que el hombre no es totalmente racional en sus decisiones, sobre todo en situaciones de incertidumbre, por motivos cognitivos y emocionales. En contrario a la teoría del *homo economicus*, no sigue siempre su interés económico, por ejemplo en sus inversiones. Entre otros errores, sufre la influencia del grupo o Efecto Manada (Herd Behaviour). Claro que el interés económico no lo es todo en la vida. Pero, cual será el objeto que un ser humano quiere alcanzar, cual que sean sus preferencias, hay pequeñas y grandes errores de decisiones o dañosas desviaciones que intervienen en su conducta como las emociones individuales no controladas o limitaciones de la racionalidad que tienen consecuencias financieras siendo las más importantes las *anomalías de mercado* en la bolsa.

Así como los mercados están en constante cambio la literatura para el estudio de las finanzas también ha tenido un cambio que va desde el estudio de los errores del razonamiento hasta un salto cualitativo con el trabajo de Amos Tvrevsky y Daniel Kahneman que se desarrollo en este trabajo, y de ahí han surgido disciplinas como la Economía Experimental, la Neuroeconomía, las Finanzas Conductuales y el estudio del juicio y la toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre que aunque no se desarrollo en este trabajo son campos nuevos para su estudio.

## CONCLUSIONES

Por lo tanto, las Finanzas Conductuales o *Behavioral Finance* busca explicar los desvíos respecto de la eficiencia de mercado y agentes racionales incorporando teorías y resultados surgidos de la psicología y de los estudios del comportamiento humano.

La revolución de las Finanzas como disciplina consiste en haber encontrado que las desviaciones de la racionalidad son sistemáticas y previsibles teniendo la posibilidad de aplicar modelos como el *Behavior Black Scholes* que es un modelo conductualista.

El paradigma dominante en finanzas se ha fundamentado en la Hipótesis de Mercados Eficientes (EMH), y en los Modelos de Equilibrio. La primera asume que los mercados, poblados por agentes racionales, son capaces de recoger la información e integrarla en los precios de manera instantánea y eficiente. Por su parte, los modelos de equilibrio expresan la relación entre rentabilidad esperada y riesgo. Sin embargo, en las últimas décadas, se han observado estudios empíricos que recogen fenómenos de mercado que son difíciles de explicar bajo la ortodoxia financiera.

El deseo de construir teorías financieras basadas en supuestos más realistas ha favorecido nuevas direcciones de investigación que integran aspectos relacionados con “la psicología del mercado”, como la denominada lo aplique con las Finanzas Conductuales en la presente tesis. Para poder formular y estudiar las consecuencias de estas teorías en el comportamiento de los mercados.

El modelo de Markowitz, es un referente teórico en el campo de la teoría de selección de carteras, puede resultar de gran utilidad en la práctica para los analistas de inversiones, los gestores de carteras e incluso los inversores particulares, por lo tanto, el modelo de Markowitz, como herramienta de selección de carteras, ha sido capaz de proporcionar carteras con mejor performance que los índices de referencia del mercado.

Se planteó la estrecha vinculación existente entre el CAPM y la Teoría del Portafolio. Uno de los aportes del CAPM, como lo desarrollé, es la relación que establece entre el riesgo de una acción con su retorno. Se muestra que la varianza de una acción, por si misma, no es

## CONCLUSIONES

importante para determinar el retorno esperado de la acción. Lo que es importante es medir el grado de co-variabilidad que tiene la acción respecto a una medida estándar de riesgo, el que corresponde al mercado. Es el **beta** de mercado de la acción, el cual mide la covarianza del retorno de la acción respecto al retorno del índice de mercado, redimensionado por la varianza de ese índice. El modelo explica el comportamiento de una acción en función del comportamiento del mercado. Además pretende servir para proyectar el retorno futuro de una acción, en función del comportamiento del mercado.

Sin embargo, si adoptamos modelos tradicionales para analizar los mercados financieros, obtendremos que el volumen negociado debiera ser inferior al que realmente observamos, y desaparecería la posibilidad de que los inversores basen sus inversiones en sus decisiones de conducta, pues cualquier regularidad de los precios sería inmediatamente arbitrada por los agentes racionales. En definitiva, bajo planteamientos ortodoxos se limita el estudio de algunas características observadas en los mercados reales como quiebras, burbujas especulativas, volatilidad alta, rentabilidades anormales, etc.

El tema de las Finanzas Conductuales y de la Economía Conductual es realmente un tema nuevo en nuestro país, por ello no existe literatura que se pueda utilizar de referencia para las investigaciones como seguimiento sería continuar con el estudio de las nuevas aplicaciones a las finanzas como las Finanzas Conductuales, las Nuevas Finanzas que permitan a los inversores tomar decisiones más acertadas con un riesgo menor y un beneficio mayor incluyendo en su análisis aspectos de las manifestaciones de la psicología en los mercados financieros.

En la comparación del modelo clásico de las finanzas con el modelo de finanzas conductuales donde se le incluyeron algunos teoremas del modelo *Behavior Black Sholes* y resulto mas con conviene comprar con el modelo conductual porque sale mas barato.

En concreto se estudio la influencia de los resultados pasados en la aversión al riesgo de los inversores y analizamos la existencia de operadores que exhiben comportamientos alejados a los estipulados por las hipótesis de racionalidad.

## CONCLUSIONES

Concluimos que el modelado de hipótesis provenientes de Behavioral Finance por medio de mercados financieros si se le incluye teoremas matemáticos como el de Behavior Black Scholes constituye una aproximación válida y prometedora a las finanzas.

En conclusión, las finanzas deben buscar nuevas líneas de investigación en nuestro país, por ejemplo, para poder continuar con un avance en este tema ya que tenemos un retraso de al menos 100 años a diferencia con el CME además de que toda la literatura para este estudio esta muy poco difundida y por lo general se encuentra en otro idioma.

Las Teorías y estudios de las Finanzas Conductuales analizan cómo es que las personas que toman decisiones usan la heurística y están afectados por efectos sociológicos. Estas teorías también tienen su contraparte que está basada en las decisiones racionales y como son muy diferentes y alegan que las tendencias del mercado y de los sistemas financieros no son catalogados como finanzas conductuales sino como algo inherente al comportamiento de las inversiones y del mercado en sí, como si el comportamiento de aquel que toma la decisión sea un resultado del comportamiento del mercado y los fundamentos de teorías como el comportamiento de los precios.

## BIBLIOGRAFÍA

- Angulo, Javier y Arango, Carlos. “Hacia Una Teoría Posmoderna de Portafolio”. Universidad Externado de Colombia. Colección PreTextos. Primera Edición, Agosto 2003.
- Aragón Alberto, Calzada J. María, García Alfredo. “Aplicaciones de Redes Neuronales en Economía”. Universidad de Valencia. Pág. 3.
- Besley, Scott y Brigham, Eugene. “Fundamentos de Administración Financiera”. Editorial McGraw Hill; 12° ed. 2000.
- Delano Wiliam H., Finanzas Avanzadas, “La Cobertura de Riesgos Financieros”. Ed. Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas. Pág. 12.
- Díaz Mondragón Manuel, “Mercados Financieros de México y el Mundo”. Gasca Sisco, México 2002. Págs.12-80.
- Diccionario Bilingüe de Términos Bursátiles.
- Dumas Véronique. “Las rosas no hablan (pero cuentan la historia)”.
- Eguíluz, V. M. y Zimmermann, M. G., “Transmission of information and Herd Behaviour: an application to Financial Markets” (2000), Phys. Rev. Lett., 85 Págs.
- Fama, E. F. “Efficient Capital Markets: II”. Journal of Finance, 46(5) 1991. Págs 1575-1617.
- Fama, E. F. y Miller, M. H. (1972), “The Theory of Finance”, Holt Rinehart & Winston Dryden, Illinois.

## BIBLIOGRAFÍA

- Farnetti, Richard. “El papel de los fondos de pensión y de inversión anglosajones en el auge de las finanzas globalizadas”, en CHESNAIS, François. (comp.)(1999): La mundialización financiera. Génesis, costes y desafíos, Ed. Losada, Buenos Aires.
- Fromlet, Hubert. “Behavioral Finance-Theory and Practical Application - Statistical Data Included” Ed. Business Economics, July, 2001. Págs. 50-59.
- Hull, John C. “Introducción al los Mercados de Futuros y Opciones”. Prentice Hall 4ª Edición. 2006.
- Kahneman, D. y Tversky, A. (1979). “Prospect theory: An analysis of decision under risk”. *Econometrica*, 47. Págs 263-291.
- Kahneman, D. y Tversky, A. (1974). “A. Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases”. Cambridge: Cambridge University Press. *Science*, vol. 185. Págs. 24-31.
- Kahneman, D. y Tversky, A. (1979), “Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk”, *Econometrica*, vol. 47 (2), Págs. 263-291.
- King, Ronald R.; Smith, Vernon L.; Williams, Arlington W. and van Boening, Mark V. “The Robustness of Bubbles and Crashes in Experimental Stock Markets”. R. H. Day and P. Chen, *Nonlinear Dynamics and Evolutionary Economics*. Oxford, England: Oxford University Press, 1993.
- Kuper Simon. “Petal Power”. *The Financial Times*.
- Loewenstein Camerer, Rabin. “Advances in Behavioral Economics”. Edits Princeton University Press 2003, Pág. 9.
- Mackay Charles. “The Tulipomania. Memoirs of Extraordinary Popular Delusions and the Madness of Crowds”.

## BIBLIOGRAFÍA

- Markowitz, H. M. "Portfolio Selection", *Journal of Finance*, vol. 7 (1) 1952, Págs. 77-91.
- Mercado Mexicano de Derivados S.A. de C.V. *Manual de Procedimientos de MexDer*.
- Miller, M. H. "The History of Finance: An Eyewitness Account", *Journal of Applied Corporate Finance* 2000, vol. 15 (2), Págs. 8-14.
- Modigliani, F. y Miller, M. H. "The Cost of Capital, Corporation Finance, and the Theory of Investment", *The American Economic Review*, vol. 48 (3) 1958, Págs. 261-297.
- Phillips S. "Tulip Breaking Potyvirus". *Plant Viruses Online* 1986.
- Rook, Laurens. "An Economic Psychological Approach to Herd Behaviour". *Journal of Economic Issues* XL (2006). Págs. 75-95.
- Ross Stephen, Randolph y Jeffrey. *Finanzas Corporativas "Las Opciones y las Finanzas Corporativas"* Ed. MacGraw Hill Edición Tercera, España 1997. Págs. 135-147.
- Shefrin, Hersh. "Beyond Greed And Fear. Understanding Behavioral Finance and the Psychology of Investing". Oxford University Press. 2002.
- Shefrin, Hersh. "A Behavioral Approach to Asset Pricing". Elsevier Academic Press 2005.
- Slovic Paul y Kunreuther Howard, "Economics, Psychology, and Protective Behavior", *The American Economic Review*, Vol. 68, No. 2, Papers and Proceedings of the Ninetieth Annual Meeting of the American Economic Association (May, 1978), Págs. 64-69 Published by: American Economic Association.

## BIBLIOGRAFÍA

- Slovic Paul, "Perception of Risk", Science, New Series, Vol. 236, No. 4799 (Apr. 17, 1987), Págs. 280-285, Published by: American Association for the Advancement of Science Stable.
- Sullivan Aline. "8 Fat Swine for a Tulip: A Brief History of Bursts". International Herald Tribune.
- Vega Francisco, Caro Efraín, Gamboa Gerardo. El Mercado de Dinero, Capitales y Productos Derivados: "Sus instrumentos y usos". Ed. León S.A. de C.V. México 1998.
- W. D. Hamilton, "Geometry For The Selfish Herd". Journal of Theoretical Biology, Volumen 31, número 2. Págs. 295-311.

### Fuentes de Internet

*<http://www.mexder.com>*

*<http://www.rae.es>*

*<http://www.behaviouralfinance.net/>*

*<http://www.psychologyandmarkets.org/journals/>*

*<http://www.marketocracy.com/>*

*<http://www.invertia.com/>*