

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

FORMACIÓN DE BURBUJAS FINANCIERAS Y CRISIS: DE LA CRISIS DEL NASDAQ A LA CRISIS DE LA HIPOTECAS SUBPRIME

ÁNGEL VILARIÑO

Consultor internacional
Profesor Universidad Rey Juan Carlos

RESUMEN.

A partir de dos burbujas recientes, la de los valores tecnológicos, NASDAQ, y la actual burbuja de la deuda se pone énfasis en los problemas de valoración y medición de los riesgos financieros y en los errores de la regulación y supervisión financieras que ha estado guiada por el paradigma de los mercados eficientes y la autorregulación. Se analiza el reciente informe Turner de la FSA del Reino Unido planteando la necesidad de una revisión radical de los fundamentos sobre los que se diseña la normativa reguladora y las prácticas supervisoras.

PALABRAS CLAVE: Riesgos financieros, regulación financiera, modelos internos de riesgo, autorregulación, Basilea II.

ECONOMIC BUBBLES AND CRISIS: FROM THE BURST OF NASDAQ TO THE SUBPRIME CRISIS

ABSTRACT.

Starting from the last two more recent financial bubbles, dot-com companies one, NASDAQ, and the current debt bubble, the article emphasizes the problems in financial risks valuation and measuring and errors in the financial regulatory and supervisory driven by efficient markets paradigm and autoregulation. Based on Turner Review, recently published by the UK Financial Services Authority (FSA), it is established the need for a radical change in the regulatory standards and supervisory practice.

KEYWORDS: Financial risks, financial regulation, self-regulation, internal risk models, Basilea II.

JEL: E58, E42, G01, G14, G21, G28,

1. BURBUJAS.

Las burbujas necesitan estar fundamentadas en las mentes de los inversores por algún nuevo paradigma. En el caso de la burbuja de las empresas tecnológicas el paradigma fue la nueva economía. Desde los años setenta y hasta 1995 el bajo crecimiento de la productividad había sido uno de los grandes problemas de la economía de Estados Unidos. Sin embargo en la segunda mitad de los años noventa el ligero aumento de la productividad en el contexto de la irrupción de la galaxia Internet dio pie a la creación del paradigma que espoleó al alza la cotización de las acciones de las empresas vinculadas a las nuevas tecnologías.

Índice NASDAQ Composite



La relación entre la tasa de paro y la tasa de inflación esperada, bajo el apogeo de la NAIRU, se había convertido en una regla para anticipar los movimientos de tipos de interés de la Reserva Federal. Hasta 1996 la creencia de la imposibilidad de conciliar la tasa de paro por debajo del 6% con la estabilidad de precios estaba fuertemente arraigada en los medios académicos (Blanchard, 1997) y profesionales. Pero en la segunda mitad de los noventa la tasa de paro cedió por debajo de la supuesta barrera y sin embargo las tensiones inflacionistas no aparecieron. La ruptura de esta convención alcanzó también a Alain Greenspan, que afirmó la existencia de un cambio estructural en la productividad derivado de las nuevas tecnología de la información que tenían como epicentro la galaxia INTERNET.

La nueva economía fue una mezcla de hechos, comportamientos, conjeturas y juicios de valor que alimentaron la escalada de las cotizaciones de las acciones negociadas en el mercado de valores tecnológicos: el NASDAQ. Los rasgos principales (Artus, 2001 y Vilariño, 2001) son los siguientes:

- Aparición de nuevas tecnologías de la información y de las comunicaciones con supuestas implicaciones sobre el crecimiento de la productividad.
- Aparición de nuevos servicios y bienes vinculados a estas tecnologías.

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

- Incorporación de estas nuevas tecnologías en los procesos de producción del conjunto de los bienes y servicios de la “vieja economía” (automóvil, química, energía, transporte, comercio,...)
- Modificación de la naturaleza de las remuneraciones de los directivos mediante la generalización de entrega de acciones y stock options.
- Divulgación del principio “crear valor para el accionista”
- Difusión de la idea de que era posible el crecimiento sin inflación gracias al aumento sostenido de la productividad. Esto, de ser verdad, eliminaba el peligro de acciones de política monetaria para elevar los tipos de interés y otras restricciones monetarias que terminaban elevando las primas de riesgo y frenando la financiación. Era supuestamente el fin del ciclo económico.
- Aparición de nuevas cualificaciones en los mercados de trabajo.
- Cambios en la organización de las empresas.
- Desarrollo de nuevos métodos de valoración de los instrumentos de capital para poder asignar valoraciones positivas a empresas nacientes, a veces sin clientes ni ventas significativas, o con un alto volumen de pérdidas. Con las nuevas metodologías de valoración se conseguía el milagro de asignar altos precios a las empresas de la nueva economía. Sobre una muestra de 108 empresas de Internet de las más grandes cotizadas en bolsa, 86 registraban pérdidas a mediados de 1999 en pleno rally alcista con revalorizaciones anualizadas de más del 100%. El valor de mercado de las 108 empresa era 300 veces el importe de sus beneficios anuales y 22 veces el importe de las ventas.

El problema de la valoración de los instrumentos financieros es una de las claves de las turbulencias y las crisis financieras. Los modelos de valoración de los instrumentos de capital se basan en el criterio generalizado del descuento de flujos. El problema es que existe una situación de incertidumbre en el sentido técnico del término sobre los importes de los flujos de caja a medio y largo plazo que una empresa puede generar. Sea cual sea el concepto de flujo de caja que se utilice (libre, para el accionista, dividendos, etc.) todos los modelos de valoración plantean hipótesis heroicas. Toda la incertidumbre del futuro se trata de traducir en un único parámetro de riesgo, la beta, y el resto de parámetros se determinan mediante reglas convencionales sin base empírica ni contraste posible dado el largo plazo al que se valoran los instrumentos de capital. Si estos métodos plantean serios reparos no es nada comparado con la valoración de empresas sin historia, sin beneficios y en muchos casos con pérdidas. Sin embargo los inversores necesitan creerse que los precios que estaban pagando estaban justificados con modelos científicos y por lo tanto sus decisiones eran racionales. Lo importante, en la psicología de los mercados, es que las decisiones y la actividad no se parezca a un juego, una ruleta, algo sin categoría (Goede, 2001), sino que se trata del descubrimiento de un nuevo paradigma que debe recompensar a los que participan en la creación del nuevo mundo. Por supuesto no todos los inversores disponen del conocimiento, ni están interesados, en los nuevos métodos de valoración, pero existe un núcleo profesional y académico que ejerce de avalista sobre la fiabilidad de los precios del mercado que se presentan como racionales, es decir, justos.

En plena euforia de los precios de las acciones aparecieron modelos para justificar los altos precios como por ejemplo (Schwartz y Moon, 2000). En este modelo la evolución de la variación relativa de los ingresos de la empresa está determinada

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

por la suma de dos componentes: una tendencia estocástica y un choque aleatorio con una distribución de probabilidad conocida. La modelización de la tendencia también se lleva a cabo mediante el supuesto de que existen dos componentes cuya suma determina la tendencia. La primera es una función determinista del tiempo y la segunda es un nuevo choque aleatorio, con una distribución de probabilidad conocida, y correlacionado con el que actúa sobre los ingresos. Un hecho característico de los dos choques aleatorios citados es que tienen varianzas variables con un determinado patrón de comportamiento a lo largo del tiempo. En el caso del primer choque la varianza oscila en torno a un valor y en el caso del choque aleatorio que influye sobre la tendencia de los ingresos la varianza tiende asintóticamente a cero. Adicionalmente el modelo supone que la varianza de la variación relativa de los ingresos es hoy muy alta, dada la naturaleza de las empresas de Internet, pero en el futuro tenderá a estabilizarse en torno a un valor menor al actual. El modelo incluye una función de costes que adopta una restrictiva forma lineal con una componente proporcional a los ingresos y una segunda componente constante que representa a los costes fijos.

El objetivo del modelo es la obtención del valor actual de la empresa y se obtiene mediante el descuento del valor esperado de los flujos de caja de la empresa en un horizonte temporal determinado. Como es habitual en la metodología de valoración de opciones el cálculo del valor esperado se realiza con la medida de probabilidad riesgo neutral. Fundamentalmente esta condición supone la hipótesis de que en el mercado no existen posibilidades de arbitraje y técnicamente obliga a introducir, en este caso, dos nuevos parámetros, los precios de mercado de los factores de riesgo, para los que es necesario realizar hipótesis adicionales –se consideran constantes- y estimar los valores numéricos.

El modelo incluye 25 parámetros, cuya estimación es imposible y que se “calibran” de manera que el precio es el resultado de la opinión subjetiva de los utilizadores del modelo. Este tipo de construcciones arbitrarias no son neutrales porque alimentan la creencia de los precios racionales y contribuyen a la falacia de que los precios estaban justificados desde el punto de vista racional.

La crisis asiática desatada en 1997 y a continuación el episodio del Long Term Capital Management forzó la implementación de políticas de tipos de interés relajadas con lo que la burbuja tuvo facilidades para financiarse. El crecimiento del patrimonio de los inversores debido a la revalorización de las acciones se utilizó como garantía para aumentar el endeudamiento e incluso las nuevas acciones compradas eran la única garantía. Las salidas a bolsa adquirieron un ritmo frenético y una media de 423 empresas nuevas cada año entre 1990 y 1999 cotizaron en el NASDAQ frente a 69 empresas nuevas de media en la bolsa de la vieja economía, el New York Stock Exchange.

2. LA BURBUJA DE LAS HIPOTECAS SUBPRIME.

En agosto de 2007 estalló, en Estados Unidos, la burbuja vinculada a la financiación de la compra de viviendas: la burbuja subprime. La crisis económica y financiera actual tiene una de sus raíces y detonante en el segmento de peor calidad crediticia denominado subprime, pero es el resultado de una burbuja más amplia: la burbuja de la deuda. En los últimos diez años anteriores a la crisis creció de forma muy

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

significativa el apalancamiento tanto de las entidades financieras como de los inversores y las empresas, bajo la forma de una gran diversidad de instrumentos de deuda y vehículos de inversión. Desde préstamos hipotecarios tradicionales, pasando por las formas clásicas de titulización de activos y las de segunda y tercera generación como los CDO, CDO sintéticos, hasta el amplio espectro de los derivados de crédito entre los que destacan los credit default swaps, los credit linked notes y otros productos estructurados de crédito. También los hedge funds y los private equity son en general estructuradas apalancadas que han contribuido significativamente a la burbuja de la deuda. Nos encontramos otra vez ante los problemas de sobrevaloración de los instrumentos de deuda, análisis erróneo de los riesgos y fallos de las normas reguladoras y de las prácticas supervisoras.

La crisis ha puesto de manifiesto malas prácticas en la concesión de los préstamos hipotecarios (Mason y Rosmer, 2007) resumidas en:

- Financiación a segmentos de la población con baja o nula capacidad de pago para financiar la compra de inmuebles. Las razones de esta práctica no eran altruistas sino que respondían a la fuerte presión de la demanda de instrumentos de deuda cuyo colateral estaba formado por los préstamos hipotecarios de alto riesgo y altos rendimientos sobre el papel.
- Aumento de las facilidades de financiación, rebajando las cuotas iniciales del préstamo, mediante fórmulas flexibles como pagar solo los intereses durante varios años o pagos ajustados en cada momento a la capacidad del prestatario con acumulación de intereses sobre el capital del préstamo.
- Ratios de financiación (loan to value) cercanos, iguales o superiores al 100%.
- Relajación en la aplicación de los modelos de credit scoring para facilitar la concesión de operaciones.

Estas prácticas intentaban alargar el ciclo del crédito originando operaciones que pudieran servir de base para la continuación de emisiones de instrumentos de deuda con colaterales formados por préstamos hipotecarios y, a su vez, que los nuevos instrumentos pudieran formar parte de los activos de los CDO (collateralized debt obligations). En un mercado ya saturado los nuevos préstamos solo podían originarse en los segmentos de crédito de bajísima calidad crediticia.

La transformación y transmisión del riesgo de crédito se realizó mediante los instrumentos estructurados de crédito (CDO) que permiten, mediante criterios de subordinación de la deuda, crear bonos de alta calificación crediticia (AAA, AA) protegidos por la inferior calidad de otros tramos de la emisión. Los bonos con altas calificaciones pagaban en muchos casos primas de riesgo muy superiores a la de otros bonos, emitidos por empresas y gobiernos, de idéntica calificación, por lo que existió un fuerte incentivo para la adquisición de los bonos respaldados por hipotecas. En este ejercicio de transformación y transmisión del riesgo de crédito ha jugado un papel esencial las agencias de calificación ya que son las que otorgan las calificaciones de riesgo, pero la práctica de las agencias ha estado marcada por el conflicto de intereses que suponen las altas comisiones obtenidas por las calificaciones y la presión para que dichas calificaciones sean muy altas. Las agencias carecían de experiencia en la calificación de los bonos emitidos en las estructuras CDO y no existía información histórica para avalar las calificaciones otorgadas. Todas estas condiciones, junto con una relativa pasividad de los organismos supervisores, han propiciado que las apuestas de riesgo de unos pocos

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

pongan en peligro los ingresos y el empleo de millones de personas, originando un proceso sistémico de pérdidas que ha desestabilizado la economía mundial.

3. LA POSICIÓN DE LOS REGULADORES ANTE LA CRISIS ACTUAL.

La regulación vigente antes de la crisis financiera ponía el énfasis en el carácter prudencial, preventivo, que debía caracterizar la normativa reguladora y la práctica supervisora. Sin embargo, frente a este objetivo la crisis ha demostrado que las medidas preventivas no han sido eficaces y se ha impuesto la regulación y la supervisión forenses. Es decir, ahora los esfuerzos de los reguladores y supervisores están centrados en reanimar a las entidades moribundas y en algunos casos se ha resucitado varias veces a entidades quebradas. También los reguladores y supervisores están dedicados a analizar las causas que han llevado a los decesos pero todo es una muestra elocuente de que la regulación y supervisión preventivas han fracasado rotundamente. La crisis financiera ha abierto otra crisis de gran calado: la crisis del modelo de regulación y supervisión vigente.

En marzo de 2009 se hacía público el informe Turner que lleva el nombre del máximo responsable de la Financial Services Authority del Reino Unido. El informe ha estado muy vinculado a la reunión del G-20 celebrada en Londres, en abril pasado. En cierta medida el informe se debe interpretar como una señal representativa del debate interno que afrontan los reguladores bajo la presión de la crisis financiera. El informe es, en mi opinión, importante porque: i) intenta explicar las razones de la crisis (práctica forense); ii) propone soluciones en la línea de recuperar la regulación y supervisión preventiva, aunque las propuestas son en muchos casos continuistas; y iii) contiene elementos de autocrítica, a nivel incipiente, respecto a los fundamentos teóricos que están detrás de los enfoques y las prácticas regulatorios y supervisores vigentes.

Respecto a las soluciones propuestas para recuperar la supervisión preventiva son relevantes las siguientes:

- La cantidad y calidad del capital de los bancos debe ser significativamente mayor que el importe que determina las reglas actuales (normas de Basilea)
- El capital requerido para las actividades de negociación (trading book) debe incrementarse significativamente
- Debe revisarse a fondo la utilización del VaR (valor en riesgo) para propósitos regulatorios.
- Debe asegurarse que la aplicación de Basilea II no crea prociclicidad, para lo cual debe utilizarse probabilidades de incumplimiento a través del ciclo y no en un punto del ciclo.
- Debe ajustarse la exigencia de capital al ciclo económico (más capital en el auge para estar preparadas las entidades en el descenso)
- Debe introducirse un límite al apalancamiento para disciplinar el excesivo crecimiento del balance.
- La regulación y supervisión del riesgo de liquidez debe considerarse tan importante como la regulación del capital.
- Debe introducirse alguna medida, índice o ratio para el fondeo "básico" de los bancos.

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

Este conjunto de propuestas es, en el fondo, una enmienda a la totalidad a la normativa regulatoria vigente, como intentaré explicar. El problema es que no hay un análisis autocrítico profundo de las causas de la crisis y de los fundamentos teóricos que guiaban la normativa reguladora. Pero el resumen de esta parte de la propuesta es: i) la exigencia de mucho más capital, ante la evidencia de que importantes bancos internacionales han demostrado que sus recursos propios no podían absorber el volumen de las pérdidas registradas en sus diferentes actividades y ii) la importancia del riesgo de liquidez, el gran olvidado en la propuesta de Basilea II, que está relacionado con el fenómeno del apalancamiento, los límites de los modelos de riesgo tipo VaR en el contexto de choques sistémicos, las condiciones de fondeo de los bancos y la exigencia de capital por riesgo de liquidez.

Respecto a la exigencia de más capital conviene recordar que en el núcleo de la actual regulación se encuentra el requerimiento de un determinado volumen de recursos propios para garantizar que cada entidad financiera regulada es capaz de soportar pérdidas extraordinarias sin llegar a una situación de quiebra. La regulación vigente, denominada Basilea I, desde el punto de vista de los riesgos presenta dos rasgos esenciales: i) la aceptación de modelos internos, desarrollados y estimados por las propias entidades, para los requerimientos de capital por riesgo de mercado y ii) la fijación de diferentes factores de ponderación sobre el volumen de financiación otorgada a los segmentos de crédito, básicamente gobiernos OCDE, bancos, préstamos hipotecarios y resto con valores 0%, 20%, 50% y 100%, para el cálculo de los activos ponderados por riesgo y la exigencia de que el mínimo de capital regulatorio de las entidades sea el 8% de dichos activos ponderados por riesgo. El hecho relevante, en el contexto de la crisis actual, es que el modelo descrito, que evidentemente es muy imperfecto, había sido sustituido por la propuesta del Nuevo Acuerdo de Capital (Basilea II) que en general exige menores recursos propios a los grandes bancos internacionales. Los aspectos principales de la nueva regulación respecto al riesgo de crédito son: i) La aceptación de modelos internos ampliando la norma anterior que solo consideraba esa posibilidad para el riesgo de mercado, ii) La aceptación de que las entidades "avanzadas" podían utilizar sistemas de rating internos para la aplicación de la nueva regulación, iii) La aceptación de que las entidades, basándose en las calificaciones internas podían estimar las probabilidades de incumplimiento de cada grado del sistema de rating y esas probabilidades podían ser utilizadas para el cálculo de los requerimientos de recursos propios, iv) La aceptación de que en los casos más "avanzados", también podrían las entidades estimar las tasas de pérdidas dado el incumplimiento, que en el caso denominado básico son determinadas por el regulador.

Las entidades financieras que los supervisores aceptaban como candidatas a utilizar la metodología IRB (internal rating based) eran los grandes bancos internacionales, es decir, los que han protagonizado la grave crisis financiera actual, mostrando gravísimas deficiencias en la gestión de los riesgos. En las publicaciones del Comité de Basilea se ha defendido de forma insistente que estas entidades poseían ya avanzados métodos de gestión de los riesgos y que en cierta medida eran la vanguardia, no solo para el resto de las entidades sino para los reguladores. Una vez más se produce la confusión entre la forma y el fondo, de tal manera que lo avanzado se identifica con la utilización de modelos matemáticos, incluso utilizando la expresión sin sentido de matemáticas avanzadas, dado que las matemáticas no admiten adjetivos, son solo eso matemáticas. Por el contrario el fondo es la enorme

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

complejidad de la gestión del riesgo de crédito y las dificultades para poner precio a instrumentos vinculados al riesgo de crédito que no se negocian en mercados secundarios líquidos. En la gestión del riesgo de crédito, especialmente en la fase del otorgamiento de las operaciones, es factible el uso de herramientas cuantitativas que ayudan a los bancos a la selección de los riesgos, pero la componente esencial de la gestión viene dada principalmente por la calidad de las políticas de riesgo en las fases de otorgamiento, seguimiento y recuperaciones, en la implantación de sistemas de control interno al servicio de dichas políticas, en la alineación de los incentivos de los gestores con los criterios de buenas prácticas sobradamente conocidas, la especial vigilancia de los riesgos de concentración, la fortaleza de los analistas de riesgo y la negativa a hacer del crecimiento desbocado del balance la forma principal de amortiguamiento del descenso de los márgenes de intermediación.

Aunque la propuesta de Basilea II no estaba formalmente vigente en las fechas de maduración y estallido de la crisis, desde hace más de siete años una gran parte del esfuerzo supervisor ha estado dedicado a comprobar sobre el terreno si las entidades más relevantes del sistema financiero internacional estaban preparadas para el empleo de los métodos “avanzados”, que en definitiva suponían que en la determinación de los recursos propios exigidos por la regulación jugaban un papel de primer orden las estimaciones realizadas por las entidades. Muchas entidades habían sido consideradas aptas para la aplicación de las nuevas metodologías y un hecho de gran relevancia, en el contexto de la actual crisis, es que en general los requerimientos de recursos propios para el riesgo de crédito eran menores en la nueva normativa (Basilea II) que en la antigua (Basilea I). Este “ahorro” de capital es el factor principal que había motivado en los bancos la ferviente defensa de la nueva regulación y había justificado los costes y los esfuerzos dedicados para la implantación de Basilea II en las entidades. La irrupción de la crisis financiera supone un jarro de agua fría sobre el “ahorro” de capital. Sería de gran utilidad que los supervisores y los reguladores reflexionaran críticamente sobre las causas de este fallo regulatorio.

Respecto al riesgo de liquidez hay que recordar que la propuesta de Basilea II solo exige requerimientos explícitos de capital por los riesgos de mercado, crédito y operacional. El riesgo de liquidez está incluido en el cajón de sastre que es el Pilar 2, en el que convive con el riesgo de interés del balance, el riesgo de concentración y otros riesgos, sin que los reguladores hayan planteado las metodologías específicas para la determinación de recursos propios. Las manifestaciones del riesgo de liquidez que son relevantes para la supervivencia de los bancos son el resultado de choques sistémicos que en última instancia están vinculados al riesgo de crédito. El riesgo de liquidez en sus manifestaciones más extremas, que es la desaparición de los mercados con la ausencia de transacciones e incluso precios de oferta y demanda, es el reflejo de la desconfianza generalizada de los inversores sobre el valor de los instrumentos financieros, o lo que es lo mismo, la desconfianza generalizada sobre la realización de los flujos de caja futuros (fijos o variables según determinadas reglas de contingencia) por la evidencia de debilidades manifiestas y relevantes de los obligados últimos y la presunción de que dichas debilidades también aparecerán en otros obligados. El olvido del riesgo de liquidez es, en cierta medida, la consecuencia de una posición doctrinal en el seno de los reguladores que, aunque aceptan la posibilidad de choques sistémicos, los consideran fuera del

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

marco teórico generado por el paradigma de los mercados eficientes. Como mucho aceptan la existencia de ciclos económicos “normales”, suaves, de baja intensidad en la fase descendente y recuperación rápida, dos o tres trimestres, de la actividad. Ese modelo se ha venido abajo con la profunda caída de la actividad en Estados Unidos, Japón y las principales economías europeas.

En cuanto a la prociclicidad el informe Turner sigue instalado en los conceptos de Basilea II para la regulación del riesgo de crédito cuando por lo dicho el tratamiento regulatorio del riesgo de crédito que se da en Basilea II necesita una profunda revisión. La referencia a la conveniencia de las probabilidades de incumplimiento a través del ciclo, frente a las probabilidades de incumplimiento en un punto del ciclo como principal problema ignora algo más fundamental y es la cuestión del propio concepto de la probabilidad de incumplimiento.

Todas las valoraciones de los productos estructurados de crédito, tengan como subyacente hipotecas subprime, hipotecas estándar, bonos corporativos o bonos soberanos incluyen estimaciones y calibraciones de probabilidades de incumplimiento de naturaleza riesgo neutral con el objetivo genérico de estimar la pérdida esperada y en el ámbito de los modelos de riesgo para las pérdidas inesperadas deben incorporarse las estimaciones o calibraciones de probabilidades de incumplimiento de naturaleza objetiva o natural.

La reflexión teórica es importante para esclarecer la naturaleza de dichas probabilidades. En el caso de los modelos de valoración se aplica la regla de conveniencia de que es posible extraer las probabilidades de incumplimiento riesgo neutras de un emisor, (Chen y Huang, 2002), de la ecuación que iguala el precio de un instrumento de deuda del emisor negociado en un mercado líquido al valor esperado calculado bajo la medida de probabilidad riesgo neutral y actualizado con los tipos de interés cupón cero libres de riesgo de crédito. Esto no es más que un convenio que genera un espacio de probabilidad útil como regla aceptada por la teoría de valoración. Estas pseudo probabilidades no pueden considerarse en ningún caso estimaciones fiables de las frecuencias de incumplimiento que podríamos observar a posteriori en colectivos de bonos supuestamente dotados de la misma probabilidad de incumplimiento.

Respecto al perímetro de regulación y supervisión el informe Turner señala lo siguiente:

- La regulación y supervisión debe regirse por el principio del fondo económico y no la forma jurídica para determinar el perímetro de las entidades reguladas y supervisadas, aunque se acepte distintos grados.
- Las autoridades deben tener el poder de obtener información de todas las entidades y sociedades relevantes no reguladas, como hedge funds, private equity, SIV y otras para poder valorar de forma conjunta los riesgos del sistema.
- Los supervisores deben tener el poder de extender la regulación prudencial del capital y la liquidez a las entidades que establezcan vínculos con los bancos que pongan en peligro la estabilidad financiera.
- Los centros offshore deben ser supervisados por acuerdos globales con regulación estándar.

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

La evidencia de que no existe ninguna muralla china entre las actividades de los bancos y otras entidades financieras se puso claramente de manifiesto en el episodio del Long Term Capital Management. Sin embargo aquella experiencia que reveló con rotundidad los errores de la denominada autorregulación no tuvo consecuencias prácticas y ahora estamos viviendo una crisis de tal magnitud que deja el episodio del LTCM reducido a una breve singularidad. Pero en aquellos momentos Greenspan afirmó que la quiebra del LTCM ponía en peligro el sistema crediticio de Estados Unidos.

Los hedge funds son vehículos apalancados que ofrecen a los inversores la posibilidad de altos rendimientos, en parte debidos al apalancamiento, con financiación sin recurso aportada por las entidades financieras. Las garantías son los propios activos y los gestores obligan a los inversores a mantener la deuda dentro de un determinado ratio respecto al valor de los activos, además de determinados compromisos para aportar capital, tanto para mantener los límites de endeudamiento como para aumentar el volumen de la inversión y de esa forma también puede aumentar la financiación. Muchos de los hedge funds son terriblemente opacos, incluso para los mismos inversores, dado que los gestores ocultan la información bajo el pretexto de no revelar sus estrategias a la competencia. El intento de someter a los hedge funds a obligaciones de información y, en su caso, a normas regulatorias y supervisoras directas cuenta, en mi opinión, con una baja probabilidad de éxito.

En lo referente a la revisión crítica de los fundamentos que han guiado la actuación de los reguladores y supervisores el informe Turner señala cinco supuestos que considera fundamentales y que ahora considera importante someterlos a discusión: i) los precios de mercado son buenos indicadores del valor económico evaluado racionalmente, ii) el desarrollo de la titulización, basado en la creación de nuevos mercados dotados de liquidez han mejorado tanto la eficiencia de la asignación de los riesgos como la estabilidad financiera, iii) las características de los riesgos de los mercados financieros pueden inferirse de análisis matemáticos que proporcionan medidas cuantitativas robustas del riesgo, iv) la disciplina de mercado puede utilizarse como una herramienta eficaz para restringir los efectos perniciosos de los excesos en la toma de riesgos y v) la innovación financiera es beneficiosa dado que fomenta la competencia en el mercado y aporta valor añadido.

- i) los precios de mercado son buenos indicadores del valor económico evaluado racionalmente.

En la investigación financiera se han realizado grandes esfuerzos para probar que en los mercados líquidos el precio de un instrumento de capital (o el logaritmo del precio) se puede representar mediante un paseo aleatorio sin deriva, o lo que es lo mismo, el precio se puede representar mediante una martingala. Desde ese tipo de evidencia, que muchas veces se confirma para determinadas muestras en datos diarios, se produce un salto conceptual afirmando que esa evidencia demuestra la eficiencia del mercado y que los agentes participantes en los mercados financieros tienen un comportamiento racional dado que el valor esperado del precio en cualquier horizonte futuro es el precio actual. De ahí a declarar que los mercados deben ser los sabios soberanos capaces de juzgar la idoneidad de las políticas económicas existe solo un paso que ha sido ampliamente dado por los

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

fundamentalistas del mercado. Sin embargo existen profundas objeciones contra la posición anterior.

Desde el punto de vista teórico el teorema de Girsanov (Klebaner 1999) nos dice que un movimiento browniano geométrico, proceso estocástico generalmente aceptado para representar el comportamiento de los instrumentos de capital, es una martingala dependiendo del numerario elegido, o más técnicamente, dependiendo de la medida de probabilidad elegida. (Bouleau, 1998), plantea el ejemplo del tipo de cambio, por ejemplo el dólar expresado en euros que si se considera una martingala el inverso no puede serlo dado que una magnitud y su inversa no pueden ser simultáneamente martingalas. Las leyes de probabilidad de las finanzas son por lo tanto subjetivas y la propiedad de martingala, equivalente a paseo aleatorio sin deriva, dependen del sistema de representación elegido. Por lo tanto vincular la representación de martingala al comportamiento racional de los agentes carente de fundamento científico dado que la posibilidad de realizar beneficios especulativos en un mercado no se puede negar teóricamente porque con una medida de probabilidad los precios son martingalas y con otra no lo son.

Desde un punto de vista aplicado los contrastes de paseo aleatorio nunca son concluyentes, dependen de la muestra elegida y muy importante de la frecuencia de las observaciones de tal modo que un proceso empírico puede tener una determinada representación estocástica en una determinada frecuencia y otra representación más adecuada y distinta en otra frecuencia.

Y aún más la evidencia de comportamiento martingala es compatible con derrumbes de las cotizaciones del 50% que es lo relevante por sus consecuencias financieras y económicas en general. Los rallies alcistas y los derrumbes son compatibles con la aceptación de un comportamiento paseo aleatorio pero con varianza cambiante. Modelos de precios con un pequeño valor de la constante, es decir con deriva, y con un término de ruido heterocedástico se ajustan muy bien a los datos pero no permiten explicar las fuertes revalorizaciones y los derrumbes por el valor de la deriva no nula.

Los precios de los instrumentos financieros son simplemente el resultado del consenso, de la presión mayor o menor de la oferta y la demanda, sin ningún valor predictivo, y sin la arrogancia de querer ser la expresión de un supuesto valor fundamental. Existen muchos niveles diferentes de racionalidad, muy dependientes del conjunto de información utilizado. Aún suponiendo una componente racional en el sentido más limitado de que cada inversor desea lo mejor para él, las particularidades del conjunto de información de cada inversor puede conducir a decisiones radicalmente diferentes y a prácticas de muy diverso tipo. Cada inversor actúa con criterios subjetivos diferentes pero, como decía Keynes, no solo tomando decisiones según lo que él piensa sino considerando muy relevante lo que cree que los otros piensan. El inversor cualificado trata de incluir en sus expectativas las expectativas de los otros. Este proceso difícilmente tiene equilibrio y lo habitual es la sobre reacción de los precios dado que los fundamentos de las decisiones son enormemente frágiles.

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

- ii) el desarrollo de la titulización, basado en la creación de nuevos mercados dotados de liquidez han mejorado tanto la eficiencia de la asignación de los riesgos como la estabilidad financiera

La titulización comenzó siendo un mecanismo de financiación de las entidades financieras pero en los últimos años una parte de las emisiones se transformaron en operaciones de arbitraje entre los rendimientos de los activos subyacentes y los rendimientos de los bonos de titulización. Los incentivos para obtener altos rendimientos condujeron a la relajación en la calidad crediticia de los activos subyacentes. De ese modo se produjo una indeseable transferencia de riesgos hacia los inversores finales. Como mecanismo de financiación permanente el emisor de los títulos tiene incentivos reputacionales para velar por la calidad crediticia de los títulos emitidos pero esos incentivos se pierden cuando los objetivos de crecimiento se imponen y la búsqueda de rentabilidades a corto plazo es lo que gobierna los comportamientos de los gestores. En este proceso de enorme auge de las titulizaciones ha sido crucial el concurso de las agencias de calificación dado que han certificado altos niveles de rating a los bonos emitidos cuando la evidencia de la crisis ha puesto al descubierto los enormes errores de calificación que han cometido las agencias. Se ha dado la combinación del modelo originar para distribuir con las prácticas permisivas de las agencias y la alta demanda de los inversores ávidos de rentabilidades.

Una vez más aparecen los problemas centrales de la valoración de los instrumentos financieros, la gestión de los riesgos, los incentivos de los diferentes agentes y la esfera de la regulación y supervisión. En este caso de las titulizaciones, los problemas de valoración presentan dificultades insalvables, la gestión de los riesgos está vinculada a la valoración y es de dificultad superior, los incentivos han empujado en la dirección equivocada y la regulación y supervisión no han actuado preventivamente.

En los modelos de valoración de los CDO son muy relevantes las probabilidades de incumplimiento que se asignan individualmente a cada acreditado, emisor o contraparte. Pero ahora aparece un nuevo problema: la estructura de dependencia que se incorpora al modelo de valoración para tener en cuenta las posibles interrelaciones entre los eventos de incumplimiento. La utilización de la teoría estadística de cópulas ha sido la solución formal que la industria ha encontrado para afrontar el problema de la dependencia entre eventos de crédito.

Una función cópula es una función de distribución multivariante tal que las distribuciones marginales son uniformes en el intervalo cerrado unidad. Dos teoremas son decisivos en este campo: el primero, el teorema de Sklar (Nelsen, 1999) afirma que cualquier distribución multivariante admite una representación mediante una función cópula. Además si las distribuciones marginales son continuas la función cópula es única. El segundo teorema afirma que dada una función cópula y distribuciones marginales cualesquiera la cópula define una distribución multivariante. A partir de estos dos resultados se han construido diferentes modelos que tratan de dar solución al difícil problema de la dependencia entre eventos de crédito. Las soluciones están determinadas más por la conveniencia operacional que la capacidad para reflejar los eventos de crédito. El problema no está en los modelos sino en la carencia de información para estimar los parámetros de la función cópula

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

elegida. Lo que consigue esta teoría es hacer factible el cálculo de la distribución multivariante de las pérdidas pero sin posibilidad de contraste sobre la bondad del modelo elegido (Mikosch, 2005).

Durante la fase ascendente del ciclo económico los incumplimientos de los acreditados con alta y media calificación crediticia son muy escasos o nulos. En muchas ocasiones no existe ninguna observación para ser utilizada en la estimación de los modelos de riesgo. Estos problemas son todavía más agudos en el caso de las dependencias de crédito, dado que las asociaciones entre incumplimientos se producen en determinados períodos críticos sin que exista aparente regularidad temporal. Un modelo de riesgo de mercado puede contrastarse porque existen numerosas observaciones del comportamiento de los precios de los activos y aunque este contraste está sujeto a los problemas de endogeneidad del riesgo, puede demostrarse que los modelos de riesgo de mercado tienen una validez razonable para los periodos de calma, mientras que los modelos de riesgo de crédito cuentan con la dificultad de la medición de las pérdidas, que es una operación compleja porque los procesos de recuperación de las deudas son largos, más de un ejercicio económico, en muchos casos, con una amplia variedad de instrumentos de crédito y condiciones contractuales. Esto hace que la estimación de las pérdidas, valoradas adecuadamente en términos actuariales, sea un problema no resuelto en un amplio número de entidades financieras. Cuando un modelo de riesgo de crédito predice que las pérdidas máximas anuales son de un determinado importe con, por ejemplo, un nivel de confianza del 99,9%, se está realizando una predicción cuyo contraste efectivo requiere muchos años, dado está esperando, en términos medios, una pérdida mayor que el VaR, cada 1000 años. ¿Qué sentido operativo tiene esta predicción? Desde el punto de vista práctico ninguno, aunque este tipo de medidas se repiten insistentemente en los informes reguladores y en las publicaciones de las entidades financieras.

- iii) las características de los riesgos de los mercados financieros pueden inferirse de análisis matemáticos que proporcionan medidas cuantitativas robustas del riesgo

El informe señala uno de los principales problemas que existen hoy en el mundo financiero y que también afecta a los reguladores y supervisores. Se trata de la extendida creencia en el poder ilimitado de los modelos matemáticos para medir, gestionar y controlar los riesgos financieros. La primera cuestión es que el espectro de los riesgos a los que se enfrenta una entidad financiera es muy amplio y los factores de riesgo que conceptualmente se identifican como causantes de los eventos de riesgo son de naturaleza muy diferente, tanto por sus características intrínsecas como por la observabilidad que presentan. Piénsese en la diferencia entre los movimientos de los precios en un mercado líquido y los incumplimientos en una cartera de préstamos. El riesgo siempre se refiere a una estimación realizada antes de la realización del evento adverso y por lo tanto intentar predecir el movimiento adverso del precio de una acción con el horizonte de uno o diez días es una tarea de diferente dificultad que la predicción de las pérdidas extraordinarias en la cartera de préstamos en, por ejemplo, el horizonte de un año. Sin embargo el modelo regulatorio establecido en el Nuevo Acuerdo de Capital (Basilea II) en el pilar 1 para el riesgo de crédito ha caído en la ilusión de que el riesgo de crédito se puede domesticar mediante modelos matemáticos y, más aún, que los grandes

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

bancos comerciales y los bancos de inversión eran los maestros avanzados que toda la industria y los reguladores debían seguir para la modelización del riesgo. La crisis financiera no ha dejado dudas, para quién quiera verlo y entenderlo, que el verdadero incentivo que movía a las entidades para la defensa fervorosa de Basilea II es que con sus cálculos se rebajaban los requerimientos de capital respecto a Basilea I. La crisis si ha demostrado algo es el gran fracaso de las entidades financieras más “avanzadas” en la gestión de los riesgos financieros que es, por cierto, su negocio.

Los principales riesgos a los que se enfrenta una entidad financiera son los riesgos de mercado, crédito, liquidez, de tipo de interés del balance, riesgo de concentración, operacional, reputacional y estratégico.

En cada uno de estos riesgos debe distinguirse entre el fenómeno de la manifestación de pérdidas por la realización de eventos desfavorables, y la construcción de un marco teórico que se útil para la medición y gestión de cada riesgo específico. La teoría de medición de los riesgos de mercado experimentó un impulso significativo en la década de los noventa con la creación de la metodología VaR (value at risk). En los modelos VaR de riesgo de mercado se acepta que es posible estimar la función de distribución de la pérdida originada por movimientos adversos de las variables de mercado, precio de las acciones, tipos de cambio y tipos de interés fundamentalmente, de una cartera de instrumentos financieros. Es frecuente la aceptación de la hipótesis de que la distribución de la rentabilidad de un instrumento individual se comporta como una variable aleatoria normal condicional, y la varianza se estima mediante modelos GARCH o EWMA. Los resultados de estos modelos son, en general, bastante satisfactorios, porque los cambios de rentabilidad de los instrumentos negociados en mercados líquidos se incorporan rápidamente a los modelos de varianza citados y la medición del riesgo es, en mi opinión, robusta cuando no existen rupturas de liquidez y eso en el caso de un único instrumento que no es el caso general ya que los inversores gestionan carteras diversificadas.

El problema de modelizar la distribución de las pérdidas de una cartera se enfrenta a las relaciones de dependencia entre las rentabilidades de los instrumentos. Los modelos GARCH multivariantes como el VEC (Bollerslev, Engle y Wooldridge, 1988) o el BEKK (Engle y Kroner, 1995) que incluyen de partida fuertes restricciones en la especificación, tienen un número intratable de coeficientes cuando se intenta aplicar a una cartera real con, en algunos casos, muchos cientos de instrumentos. Otros modelos como los factoriales y los ortogonales (Alexander, 2001) aumentan las restricciones para conseguir reducir el número de parámetros. Un problema adicional es que las propiedades estadísticas de los modelos GARCH multivariantes se conocen solo parcialmente y las propiedades de estacionariedad estricta y ergodicidad así como las condiciones de consistencia y normalidad asintótica de los estimadores de cuasi máxima verosimilitud se disponen para casos especiales y bajo restricciones muy fuertes.

Es decir la capacidad de capturar mediante modelos econométricos el comportamiento de las dependencias entre las rentabilidades de los instrumentos de una cartera es muy limitada. Otra fuente adicional de riesgo operacional, en la vertiente de riesgo de modelo, está en la presencia de instrumentos opcionales que presentan fuertes convexidades y exige la utilización de aproximaciones no lineales

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

lo que genera distribuciones que no se ajustan a la distribución normal. Todo esto desde el punto de vista de la modelización del riesgo en donde el principal escollo está tanto en los comportamientos cambiantes de las distribuciones de probabilidad de las rentabilidades de las carteras como en fuertes problemas de inferencia estadística y computacional.

La lista de problemas en el intento de cuantificar los riesgos de mercado no acaba aquí y en cierta medida los señalados anteriormente son los menores. La introducción y aplicación de las Normas internacionales de Información Financiera (NIIF) convierte a muchos instrumentos registrados fuera de balance, en particular a los instrumentos derivados, en instrumentos contabilizados en el balance a su valor razonable. Las pérdidas potenciales están originadas por la variación adversa de los precios de mercado. En general los cambios de valor razonable de los derivados deben contabilizarse en la cuenta de pérdidas y ganancias. Cuando el instrumento derivado se negocia en un mercado activo la mejor estimación del valor razonable es el precio de mercado. En este caso el riesgo de mercado y el riesgo de valor razonable coinciden.

Sin embargo existen muchos contratos de derivados que no se negocian en mercados activos. En ese caso el valor razonable se obtiene aplicando un modelo de valoración (mark-to-model). La valoración está sometida al riesgo de modelo, en el doble sentido del modelo utilizado para la estimación del valor razonable y la estimación de los parámetros del modelo. Otro caso de gran relevancia es el de los productos estructurados que contienen derivados implícitos; estos surgen al replicar los flujos de liquidez del producto estructurado mediante contratos que se pueden identificar con determinados instrumentos derivados. Para la valoración del producto estructurado es necesario valorar cada derivado implícito y, en su caso, los instrumentos "tradicionales" que estén incluidos dentro de la estructura. Cada derivado implícito debe valorarse con un modelo específico y también deben estimarse los parámetros necesarios (tipos de interés cupón cero, volatilidades, correlaciones, primas de riesgos,...). La medición del riesgo de valor razonable del producto estructurado solo se puede realizar partiendo no solo de la valoración realizada sino teniendo en cuenta los modelos utilizados para de ellos extraer los factores de riesgo que afectan al valor razonable.

La valoración y medición de los riesgos de los productos estructurados es uno de los principales problemas a los que se enfrentan las entidades financieras y los auditores, reguladores y supervisores dada la enorme difusión de los productos estructurados en los balances de bancos, sociedades de valores, fondos de inversión, hedge funds, compañías de seguros y hasta en los bancos centrales. Los problemas de valoración de estos instrumentos financieros, incluido la ausencia de valoración, y las debilidades en la medición de los riesgos han estado muy presentes en la actual crisis financiera internacional.

Estamos ante un caso muy relevante porque no existen mercados secundarios líquidos para la valoración y la contabilización de estos instrumentos, con efectos sobre la cuenta de pérdidas y ganancias, es el resultado de la aplicación de modelos y la estimación y calibración de los parámetros incluidos en el modelo.

4. LOS MODELOS INTERNOS DE RIESGO DE CRÉDITO.

El objetivo de los modelos de riesgo de crédito es estimar la función de distribución de las pérdidas en un horizonte temporal dado. Teniendo dicha función de distribución es trivial calcular el valor de la pérdida para un nivel de confianza dado, pero lo que no es trivial es la obtención de dicha función de distribución. En general estos modelos se basan en la hipótesis de que existen calificaciones robustas para los integrantes de la cartera de crédito y la posibilidad de asignar probabilidades de incumplimiento altamente fiables que son capaces de predecir con precisión las tasas de incumplimiento que se producirán en el horizonte temporal establecido. Además también supone los modelos que se conoce la estructura de dependencia entre los incumplimientos de la cartera. Bajo estas hipótesis no es excesivamente complicado generar la función de distribución de las pérdidas, a la que se puede llegar bien por métodos analíticos o por técnicas de simulación de Montecarlo.

La difusión de los modelos matemáticos de riesgo de crédito alimentó la convicción de que se estaba abriendo una grieta de amplitud creciente entre la medición supervisora del riesgo de crédito, convencional rudimentaria y arbitraria, y la medición realizada por los bancos basada en la valoración supuestamente rigurosa del riesgo. Las entidades estarían siendo sometidas a unos requerimientos legales de capital cada vez más inadecuados, pero en el fondo lo que se quería es que los requerimientos eran excesivamente severos, es decir la exigencia regulatoria sobreestimaba el riesgo.

La estimación de probabilidades de incumplimiento es una etapa crucial para la aplicación de la metodología IRB y para la utilización de modelos internos de riesgo de crédito. Para llevar a cabo las estimaciones es necesario, previamente, disponer de un modelo que genere mediante algún tipo de algoritmo las probabilidades de incumplimiento, dado que estas son magnitudes no observables. El tipo de modelo condiciona la naturaleza de la información necesaria para conseguir la estimación de los parámetros del modelo y, recíprocamente, la información disponible condiciona el tipo de modelo que puede utilizarse.

El objetivo último consiste en estimar probabilidades de incumplimiento que sean buenos predictores de las tasas de incumplimiento observadas. Esta es la formulación que realiza el Comité de Basilea. ¿Cómo se puede hacer operativa esta condición? El concepto “buen predictor” necesita un mínimo de desarrollo teórico para que pueda aplicarse a casos concretos. Además el riesgo de crédito tiene una diferencia esencial con el riesgo de mercado que plantea dificultades que son mucho mayores para su modelización y contraste. En general el incumplimiento es un evento no repetitivo para un acreditado. Mientras que el precio de un instrumento financiero cotizado es observable diariamente y de ahí la posibilidad de observar las variaciones positivas y negativas de una cartera de instrumentos financieros cotizados, el incumplimiento es un evento “raro” que durante muchos días, meses y años posiblemente no se realiza. Si consideramos el caso de un acreditado individual y un modelo estima la probabilidad de incumplimiento, nunca podremos contrastar si la estimación es una “buena predicción” de la tasa de incumplimiento. El acreditado o cumple o incumple, pero con esa única observación no podemos realizar ningún contraste sobre la bondad de la probabilidad de incumplimiento

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

estimada. La única forma posible es aceptar la hipótesis de que existen grupos homogéneos de riesgo, es decir, grupos en los que todos los pertenecientes, por encima de sus diferencias particulares, tienen la misma probabilidad de incumplimiento. Esos grupos ideales, clases o grados, es lo que intenta establecer un sistema de rating. A partir de la aceptación de esa hipótesis y otras sobre la independencia de los eventos de crédito es posible observar cuántos incumplen de un mismo grado y desarrollar procedimientos tanto para estimar las probabilidades de incumplimiento, como para realizar contrastes de diverso tipo. Sin embargo esas estimaciones, aún en el caso más favorable sobre la calidad de la muestra utilizada no son más que el registro histórico y no necesariamente son buenas predicciones de los comportamientos futuros.

De todos modos la obtención de estimaciones de las probabilidades de incumplimiento mediante los diferentes modelos utilizados en la industria no es una cuestión trivial. En los modelos probit o logit cada acreditado de la muestra recibe una puntuación, que por construcción del modelo, está situada entre cero y uno. Es frecuente encontrar en la literatura que la puntuación se interpreta como la estimación de la probabilidad de incumplimiento. En estos modelos la variable endógena es una variable binaria que toma el valor uno si el acreditado incumplió, y el valor cero si por el contrario el acreditado cumple con sus obligaciones contractuales. En el caso de que las variables “explicativas” sean capaces de discriminar adecuadamente a los dos segmentos de acreditados que forman la muestra, el modelo estimado asigna valores muy cercanos a uno a los acreditados que incumplieron y valores muy cercanos a cero a los otros acreditados.

En muchos casos prácticos, si las variables utilizadas tienen gran poder discriminante y además la muestra está formada por dos grupos muy polarizados, es decir, con valores de las variables muy lejanas entre los grupos, entonces los valores cercanos al uno son del orden de 0,999 y los valores cercanos al cero son del orden de 0,0001 e incluso mucho más pequeños. Si aceptáramos dichas puntuaciones como estimaciones de la probabilidad de incumplimiento llegaríamos a la conclusión de que prácticamente todos los que no han incumplido son AAA, y prácticamente los que han incumplido son de grado de rating inferiores a C. Por otra parte basta estimar con otra muestra que incluya parte de los acreditados que han sido utilizados en la primera estimación para que obtengamos puntuaciones drásticamente diferentes para un mismo acreditado. Otra prueba de lo poco robustas que son las puntuaciones es que si hacemos la prueba de calcular las puntuaciones con el modelo estimado a acreditados que no han sido utilizados en la estimación, pero que presentan valores de las variables explicativas similares a las del grupo utilizado en la estimación del modelo se obtienen puntuaciones significativamente diferentes a las obtenidas en el primer grupo utilizado para la estimación.

En definitiva la puntuación sirve únicamente, para establecer una relación ordinal en el conjunto de acreditados respecto a la distancia al incumplimiento. Puede ser una herramienta útil para el apoyo a la decisión de otorgar o rechazar una demanda de crédito y también es útil para la construcción de un sistema de rating, pero no da la solución a la estimación de las probabilidades de incumplimiento.

5. VALIDACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RATING Y LAS PROBABILIDADES DE INCUMPLIMIENTO.

Dado que tanto la aproximación IRB como los modelos internos de los bancos se apoyan en el concepto calificación de crédito interna es necesario que los supervisores desarrollen metodologías adecuadas para la evaluación de la calidad de dichos sistemas, y también para la validez de los sistemas de calificaciones externos de decir las calificaciones realizadas por las agencias de calificación. Es necesario, en particular, que los supervisores desarrollen metodologías para evaluar los inputs de los modelos de riesgo: el sistema de calificación y los parámetros probabilidad de incumplimiento (PD), exposición en la fecha del incumplimiento (EAD) y tasa de pérdida dado el incumplimiento (LGD).

Dentro del Comité de Basilea se formó el denominado Grupo de Validación que presentó en mayo de de 2005 un informe (Basel Comitè on Banking Supervisión, 2005) muy clarificador sobre las dificultades insalvables para valorar los sistemas de rating según criterios únicamente estadísticos al igual que la enorme dificultad de contrastar la validez de las estimaciones de las probabilidades de incumplimiento realizadas por las entidades financieras reguladas.

El diseño de una metodología de validación, plantea el informe, depende del tipo de sistema de calificación. Los sistemas de calificación pueden ser diferentes por varios motivos: por ejemplo, según el tipo de acreditados, la forma de exposición, por las propiedades dinámicas de la metodología del sistema de calificación (calificación en un punto del ciclo o a través del ciclo) o por la disponibilidad de datos de incumplimiento. Todos estos motivos de diferencia convierten la validación en un proceso complejo y costoso, ya que es imprescindible que los validadores conozcan muy profundamente todas las características específicas del sistema de calificación que están evaluando. Una primera conclusión que establece el informe, y que consideran clave, es que las pruebas estadísticas son poco significativas para validar la estimación de las probabilidades de incumplimiento, en comparación con la validez que los tests de hipótesis tienen en los modelos de riesgo de mercado. Esta afirmación tiene mucha relevancia porque está dirigida a la línea de flotación de Basilea II en lo referente a los modelos internos de riesgo de crédito.

A continuación añaden que el llamado backtesting no tiene, generalmente, la potencia necesaria para determinar si el sistema de calificación es aceptable. Esta idea refuerza la anterior y su conclusión debería ser el cuestionamiento de la metodología en la que se basa el Nuevo Acuerdo de Capital, dado que éste tiene su fundamento en la posibilidad de estimar correctamente las probabilidades de incumplimiento y, previamente, en la capacidad de las entidades para establecer sistemas de calificación internos. Sin embargo el Grupo de Validación reconoce que no se pueden realizar estimaciones suficientemente precisas mediante procedimientos estadísticos y tampoco evaluarlas. Entonces surge la pregunta de cuál va a ser la metodología que los supervisores van a utilizar para evaluar parámetros esenciales del modelo que responden a conceptos estadísticos y sin embargo no se pueden contrastar estadísticamente. La contestación que realiza el grupo de trabajo a esta cuestión es mediante la introducción del concepto benchmarking que según sus palabras en esencia se refiere a la comparación de las

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

estimaciones internas con calificaciones externas, modelos comerciales o modelos desarrollados por las autoridades supervisoras.

De este modo se busca la solución es una falsa solución ya que los mismos problemas que existen para evaluar los modelos internos surgen en la evaluación de los modelos de las agencias de calificación o los modelos realizados por los supervisores. Las características del riesgo de crédito son muy diferentes del riesgo de mercado y en esa diferencia está la dificultad. En el caso de las agencias de calificación, el rating que otorgan a una empresa es el resultado de un juicio basado en un complejo proceso de evaluación que incluye, entre otras herramientas, reuniones con los principales directivos de la empresa evaluada, además del análisis de la documentación utilizada que está formada por estados financieros y por una gran dosis de información interna elaborada ex profeso para las agencias. Cuando la agencia emite el juicio y califica al emisor (empresa, soberano, etc.) no existe ningún modelo formal único que permita replicar el rating otorgado. Además a pesar de que las calificaciones realizada por las agencias, para grandes empresas y soberanos, consume un número elevado de horas del trabajo y utiliza mucha más información que las que en cualquier otro proceso de calificación, los resultados son muy frágiles, pero especialmente los que se refieren a la capacidad para obtener en base a esas calificaciones estimaciones precisas y distintas de las probabilidad de incumplimiento de los diferentes grados establecidos. En el caso de los modelos comerciales (por ejemplo RiskCal de Moody's) no existe ninguna garantía de los resultados sean mejores que los que puede obtener un banco que conoce atributos particulares de los acreditados y, en cualquier caso, el problema de las probabilidades de incumplimiento sigue sin resolverse. Respecto a la capacidad que tenga un organismo supervisor para realizar un modelo que sirva de contraste con los modelos de los supervisados simplemente esta habilidad no está demostrada. Estamos por lo tanto ante un problema circular sin solución, que se quiere resolver mediante soluciones no probadas, que más bien parece una fuga hacia delante del Grupo de Validación que no termina de ser consecuente con las propias reflexiones que el Grupo ha realizado.

El problema, finalmente es que se ha construido un edificio regulatorio totalmente frágil, dado que ésta fuera de la posibilidad de una evaluación objetiva y se quiere sustituir la evaluación por elementos de juicio que es lo que en principio se quería combatir. La argumentación, en la primera etapa del desarrollo del cuerpo doctrinal de Basilea II, era la necesidad de sustituir los elementos subjetivos que existían en la gestión del riesgo de crédito por los modelos y métodos objetivos que supuestamente proporcionaría el recurso a la estadística. Al final del camino y después de más de siete años del proceso se llega a la conclusión de que la evaluación de los modelos se va a basar en el juicio de los supervisores.

- iv) la disciplina de mercado puede utilizarse como una herramienta eficaz para restringir los efectos perniciosos de los excesos en la toma de riesgos.

Respecto a la disciplina de mercado la pasada crisis del hedge fund Long Term Capital Management (LTCM) es especialmente relevante en la coyuntura actual, debido a las características internas del LTCM, por los problemas de los mercados financieros y especialmente de disciplina de mercado que la crisis puso en evidencia

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

y que sin embargo no fueron abordados posteriormente por los reguladores. La crisis del LTCM anticipó en menor escala que ahora los importantes riesgos para la estabilidad financiera que se escondían detrás de la asunción de que los mercados se autorregulan y ejercen la disciplina adecuada sobre los inversores para evitar los excesos en las posiciones de riesgo.

El análisis de la crisis de este hedge fund es importante dadas sus especiales características: i) estaba gestionado por personas de reconocido prestigio, entre las que se encontraban dos premios Nobel de Economía, específicamente por sus aportaciones a la teoría financiera, Robert Merton y Myron Scholes, el ex - vicepresidente de la Reserva Federal David Mullins y el ex - presidente de Salomón Brothers John Meriwether ii) La actividad del hedge fund se desarrollaba en los principales mercados financieros internacionales haciendo un uso intensivo de instrumentos derivados, iii) Mantenía estrechos vínculos operativos y de riesgo con los principales bancos de inversión del mundo, tanto como participantes en el capital del fondo, como contrapartes de los derivados y contraparte de las operaciones repo y proveedores de diversos servicios financieros, iv) La crisis en ningún momento fue anticipada por los supervisores de Estados Unidos a pesar de la magnitud de las operaciones del hedge fund y las estrechas relaciones que mantenía con importantes bancos del sistema v) Una vez que la crisis estalló se diagnosticó por la Reserva Federal como de enorme magnitud que ponía en peligro la estabilidad financiera no solo de Estados Unidos sino de los mercados financieros internacionales, vi) Los gestores, a pesar de sus títulos y méritos académicos cometieron errores gravísimos en la gestión de los riesgos y llevaron al hedge fund al borde de la quiebra.

En los meses de septiembre y octubre de 1998 estallaron las tensiones acumuladas por la situación de inestabilidad financiera abierta por la crisis asiática que continuó durante el primer semestre de 1998 y se extendió el temor de graves repercusiones sobre los mercados y las economías de América Latina. Sin embargo los precios de las acciones en Estados Unidos y las principales bolsas de Europa habían remontado la situación, lo que era considerado como una prueba de la fortaleza de los sistemas financieros de esos países. La crisis rusa de agosto parecía un hecho local sin grandes ramificaciones internacionales, salvo la conexión con algunos bancos europeos, fundamentalmente alemanes y suizos. Sin embargo esta visión fue rotundamente negada por los hechos. En palabras del Banco Internacional de Pagos de Basilea, durante los dos meses siguientes a la moratoria rusa "(...) los mercados financieros de todo el mundo experimentaron extraordinarias tensiones, lo que llevó a los participantes en el mercado y a los responsables de la política económica a temer una inminente implosión del sistema financiero. Como parecía que los inversionistas huían de casi todos los tipos de riesgos, se evaporó la liquidez en los mercados financieros, tanto de las economías industrializadas como de las emergentes, y muchos prestatarios no pudieron conseguir financiación ni siquiera a unos tipos de interés prohibitivos"

La huída a la calidad fue un gran choque sistémico provocado por los inversores que huyeron de cualquier instrumento con exposición al riesgo de crédito y buscaron refugio en los bonos soberanos de alta calidad crediticia, especialmente, bonos del Tesoro de Estados Unidos. Tanto el fondo de cobertura, como otros muchos participantes en los mercados, sufrieron pérdidas muy superiores a las que estaban

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

determinadas por los modelos de riesgo convencionales que se habían estimado bajo condiciones estables de los mercados. El choque sistémico adquirió una dimensión mundial y afectó de modo negativo al fondo de cobertura, en todos los mercados en los que participaba dado que en todos mantenía la misma estrategia. La fuerte reducción de la liquidez hizo imposible modificar con rapidez y a la baja la exposición con lo que el resultado fueron grandes pérdidas. Los problemas de liquidez del fondo de cobertura adquirieron grandes dimensiones debido al alto volumen que representaban sus posiciones en algunos de los mercados en los que operaba.

La información que el fondo de cobertura proporcionaba al mercado, sobre sus posiciones y riesgos, era muy opaca. No existió ningún detalle sobre sus posiciones en los diferentes mercados en los que operaba y el grado de concentración que suponía sus posiciones. Las conductas de las entidades contrapartes de LTCM fueron muy permisivas en las relaciones con el fondo, dado que aceptaron sus fuertes niveles de apalancamiento y no exigieron aumentos de colaterales cuando entraban en contratos con el fondo que soportaban un alto nivel de exposición al riesgo de crédito.

La liquidación de las posiciones por parte de LTCM debido a su hipotética quiebra habría tenido efectos muy desfavorables sobre los mercados y sobre las contrapartes. Los efectos principales habrían sido i) pérdidas de las contrapartes con posiciones favorables frente a las posiciones negativas de LTCM. Es difícil cuantificar este apartado debido a la existencia de garantías en algunos casos, cuando se trataba de mercados organizados aún que también eran importantes las posiciones de mercados no organizados ii) pérdidas potenciales de una docena de grandes bancos que tenían créditos otorgados al fondo de cobertura iii) pérdidas protagonizadas por el banco de inversión Bearn Stearns dado que ejercía la función de "prime broker" con el fondo de cobertura. Esto incluía las funciones de depositaria de valores, liquidaciones de los contratos y también los servicios de proporcionar crédito para la financiación de compras de activos y préstamo de valores para la toma de posiciones cortas por el fondo de cobertura iv) Bearn Stearns junto con Merrill Lynch proporcionaban a LTCM las funciones de "Futures clearing firms" que consistía en garantizar las posiciones del fondo de cobertura en las bolsas de futuros. Esta función generaba una alta exposición crediticia de los bancos de inversión con el fondo de cobertura. Bearn Stearns y Merrill Lynch adelantaban al fondo de cobertura los márgenes requeridos en los mercados organizados v) el fondo de cobertura tenía en las fechas del choque sistémico posiciones repos sobre bonos del gobierno de Estados Unidos y otros gobiernos con aproximadamente setenta y cinco importantes contrapartes vi) además de todos estos efectos directos, la Reserva Federal valoró que existía un grave riesgo de contagio sobre los mercados financieros por cualquier incidencia negativa originada por la interrupción de los contratos con alguna o varias de las contrapartes que se ha señalado en los apartados anteriores. El efecto de la huida a la calidad no había afectado únicamente al fondo de cobertura sino que otras muchas entidades sufrieron pérdidas por razones similares. Dada la falta de liquidez de los mercados las operaciones de cierre de posiciones eran en muchos casos imposibles y en otros se podían conseguir con la realización de grandes pérdidas.

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

En un informe elaborado por la agencia General Accounting Office (GAO) para la Cámara de representantes y el Senado de Estados Unidos se resaltaban las grandes pérdidas sufridas por el hedge fund dado que entre enero y septiembre de 1998 el fondo perdió el 90% de su capital y resaltaba que la liquidación de las posiciones del fondo habría sido una terrible amenaza para los mercados financieros internacionales. El informe ponía el acento en que a pesar del carácter privado y no bancario del fondo de cobertura, la crisis afectaba a grandes entidades financieras que estaban sujetas a la regulación y supervisión de varias agencias federales.

El informe señalaba que los bancos trataban al fondo de cobertura más como un banco de inversión que como un fondo de cobertura debido a que LTCM era un creador de mercado en algunos mercados importantes. El fondo adoptó un gran apalancamiento mediante varios métodos: contratación de derivados, operaciones repo, ventas en corto y financiación directa. El fondo consiguió tener una gran habilidad en la negociación de apalancamiento debido a su alta reputación y de este modo consiguió ciertos favores del mercado: márgenes iniciales nulos y colaterales exigüos o nulos. Según la información del BIS el fondo de cobertura fue en algunos momentos la entidad más activa del mundo en la contratación de swaps de intereses.

Es de gran importancia la reflexión que realiza el informe sobre la regulación de los hedge funds y la teoría que sustenta la ausencia de regulación. No se regulan ya que según la teoría dominante los regula el mercado a través de efecto denominado disciplina de mercado. De ese modo la doctrina imperante considera que los fondos de cobertura están regulados indirectamente a través de los contratos y las condiciones que incorporan dichos contratos por las contrapartes que negocian con el fondo de cobertura. De este modo se supone que las entidades financieras que son contrapartes de los fondos de cobertura llevan en la práctica una prudente gestión de los riesgos tanto en los contratos de derivados como la financiación directa y los repos que realizan con el fondo de cobertura.

La crisis del LTCM demostró que los fallos en la disciplina de mercado pueden crear riesgo sistémico. Aunque las contrapartes de los derivados que realizó el fondo de cobertura y las entidades que le financiaban tenían políticas que indicaban la necesidad de tener en cuenta los riesgos de las contrapartes, y la exigencia, en algunos casos, de garantías, no fueron conscientes del enorme tamaño de las posiciones del fondo de cobertura hasta unos pocos días antes del colapso inminente.

La crisis demostró la enorme magnitud que pueden alcanzar los riesgos generados en posiciones de negociación. Los supuestos que guiaron a las agencias federales para aceptar el modelo de autorregulación, es que la disciplina de mercado, que está presente en Basilea todos dentro de un apartado específico denominado Pilar 3, es el mecanismo fundamental del control de la exposición del riesgo de los participantes en los mercados.

En teoría la función de control se ejercería por el aumento del coste de la financiación, la dificultad para obtener el crédito e incluso la imposibilidad, porque las contrapartes aplicarían cada vez más restricciones a los que se endeudado excesivamente o toman posiciones de riesgo excesivas. Esto no ocurrió con el LTCM, no ha ocurrido en la reciente crisis de las hipotecas alto riesgo, y no ha

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

ocurrido en otras crisis financieras como la del sudeste asiático o en la de los valores tecnológicos.

También en la teoría esas prácticas de autocontrol realizadas por los participantes en el mercado para limitar los riesgos, tendrían su razón de ser en la propia protección de las contrapartes por el temor al riesgo sistémico. Pero la evidencia, en el caso del LTCM y en otros casos, es que las restricciones para los apalancamiento sucesivos no son eficaces. En definitiva falla la disciplina de mercado. Las buenas prácticas para limitar el riesgo con las contrapartes deberían incluir acciones tales como: i) la valoración continuada de la salud financiera de la contrapartes ii) los requerimientos de información completa sobre las posiciones de la contraparte y el análisis de la volatilidad de dichas posiciones acompañada de evaluaciones cualitativas iii) requerimientos de colateral para cubrir pérdidas potenciales y para cubrir las deficiencias de las informaciones recibidas y también por las dificultades para realizar diagnósticos precisos del perfil de riesgo de las contrapartes iv) límite de crédito accesibles con cada contraparte, que pueden variarse al alza o la baja, pero bajo criterios bien establecido respecto a los procesos de revisión y a los criterios de decisión. v) un proceso continuado de revisión las condiciones financieras de las contrapartes.

El informe del GAO llegó a la conclusión, después de un largo proceso de investigación que incluyó entrevistas con funcionarios de diversas agencias, de que el fondo de cobertura no proporcionó información suficiente a las contrapartes ni al mercado sobre sus estrategias de inversión. Los autores del informe citan un conjunto de razones por las que las contrapartes de LTCM no aplicaron una adecuada disciplina de mercado:

LTCM se benefició del efecto “halo” dado que los gestores de las contrapartes basaban su relación y decisiones sobre LTCM más que por los habituales análisis de riesgo de crédito por la reputación de sus gestores. Las relaciones comerciales con LTCM antes de la crisis fueron muy productivas para las contrapartes y se dio una fuerte competencia entre los principales bancos y compañías de valores para prestar servicios a LTCM los que ayudó a la relajación de las políticas y las normas. Las condiciones económicas fueron favorables durante los años precedentes a la crisis y por lo general los límites y las reglas se habrán dado en los periodos de expansión económica.

También fallaron los criterios de las contrapartes y los reguladores en el análisis de la diversificación de los riesgos de LTCM al que consideraban un hedge fund enormemente diversificado porque operaba en un gran número de mercados de distintos países, pero cuando la crisis estalló ya hemos señalado que reveló una alta concentración en sus estrategias de negocios al margen de la aparente diversificación geográfica. La huida calidad fue de ámbito global y también lo fue la pérdida sufrida por el cambio de tendencia del diferencial de los tipos de interés, corporativos y soberanos con riesgo, respecto a los soberanos sin riesgo de crédito.

Según el informe de las cuatro agencias federales los modelos de riesgo de LTCM subestimaban el tamaño de los choques a los que se podría enfrentar el fondo de cobertura y el efecto sobre los precios, y menos aún un choque sistémico afectado a todos los mercados. Tampoco los modelos tenían en cuenta el efecto de la

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

liquidación forzosa en mercados en los que escasea o no existe liquidez. La experiencia del LTCM fue un aviso de los fallos de la disciplina de mercado del que no se sacó ninguna experiencia operativa por parte de los reguladores. Una vez superada la crisis los informes quedaron archivados aunque pocos años más tarde las quiebras de Enron, Worlcom, Parmalat y otras grandes empresas volvían a poner sobre la mesa los mismos problemas. La crisis financiera actual no admite dudas sobre que los mercados, y más en concreto los mercaderes, no se autorregulan.

- v) la innovación financiera es beneficiosa dado que fomenta la competencia en el mercado y aporta valor añadido.

Muchas de las innovaciones financieras que han surgido en los últimos años lo son en la forma pero no en el fondo. La mayor complejidad de muchos de los productos estructurados juega el papel de barreras de entrada para los inversores sin que exista valor añadido. La mayor complejidad también dificulta la valoración y la gestión de los riesgos. La posición de los reguladores ha sido ambivalente, porque aunque en ocasiones se han hecho referencias a los riesgos que potenciaban los nuevos instrumentos, en la mayoría de los casos se han apoyado las innovaciones como muestra de mayor eficiencia de los mercados y aumento de la capacidad para gestionar los riesgos. Una innovación como los derivados de crédito y, en particular, los credit default swaps fue considerada globalmente positiva por las posibilidades que ofrecía para la gestión del riesgo de crédito. Sin embargo la experiencia de la compañía de seguros de Estados Unidos, AIG, pone en evidencia como la concentración del riesgo de contraparte al vender masivamente protección ha sido letal para la empresa.

Vilariño, Ángel. Formación de burbujas financieras y crisis: de la crisis del Nasdaq a la crisis de la hipotecas subprime.

BIBLIOGRAFÍA.

- Alexander, CO. (2001): *Market Models*, Wiley, Nueva York.
- Artus, P. (2001): *La nouvelle économie*, La Decouverte, Paris.
- Basel Comité on Banking Supervisión (2005): "Studies on the Validation of Internal Rating Systems", Working Paper nº 14, Bank for International Settlement.
- BIS (2006): *Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework - Comprehensive Version*
- Blanchard, O. (1997): *Macroeconomía*, Prentice-Hall
- Bollerslev, Engle y Wooldridge (1988):
- Bouleau, N. (1998): *Martingales et marchés financiers*, Odile Jacob, Paris.
- Chen, R. R. y Huang, J. (2002): "Credit Spread Bounds and Their Implications for Credit Risk Modeling".
- Danielsson J., Embrechts P., Goodhart Ch., Keating C., Muennich F., Renault O. y Song S. (2001): "An Academic Response to Basel II", LSE Market Group, Special Paper nº 130, May.
- Engle, R. y Kroner, FK. (1995): "Multivariate simultaneous generalized ARCH", *Econometric Theory* 11: 122-150.
- Financial Services Authority (2009): "A regulatory response to the global banking crisis" Discussion Paper 09/2 The FSA Turner Review
- Goede, M. de (2001): "Discourses of Scientific Finance and the Failure of Long-Term Capital Management", *New Political Economy*, Vol. 6, nº 2.
- Jorion, P. (1999): "Risk Management Lessons from Long-Term Capital Management".
- Klebaner, F. (1999): *Introduction to Stochastic Calculus with Applications*, Imperial College Press, Londres.
- Mason, J. y Rosner J. (2007): "Where Did Risk Go? How Misapplied Bond Ratings Cause Mortgage Backed Securities and Collateralized Debt Obligation Market Disruptions", May.
- Mikosch, T. (2005): "Copulas: Tales and facts".
- Nelsen, R.B. (1999): *An Introduction to Copulas*, Springer, New York.
- Schwartz, E. S. y Moon M. (2000): "Rational Pricing of Internet Companies", *Financial Analysts Journal*, 56:3, 62-75, (may/june)
- Vilariño, A. (2000): *Turbulencias financieras y riesgos de mercado*, Prentice-Hall, Madrid.
- Vilariño, A. (2008): "La crisis financiera internacional de las hipotecas subprime", en *Claves de la Economía Mundial*, 08, ICEX, Madrid.