
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA EVIDENCIA EMPÍRICA DE LOS MODELOS MULTIFACTORIALES DE VALORACIÓN DE ACTIVOS FINANCIEROS

Yaiza García Padrón
Juan García Boza*

Resumen

García, Yaiza y García, Juan. "Revisión bibliográfica de la evidencia empírica de los modelos multifactoriales de valoración de activos financieros", *Cuadernos de Economía*, v. xxv, n. 44, Bogotá, 2006, páginas 197-224

En la literatura financiera son diversos los autores que consideran que en la valoración de activos financieros no se debe considerar una única fuente de riesgo, sino que se debe adoptar una perspectiva de riesgo multifactorial, en contra de lo argumentado por el modelo CAPM. El presente artículo revisa la evidencia empírica respecto a la aplicación de modelos multifactoriales de valoración de activos financieros, poniendo de manifiesto los principales resultados que se han obtenido.

Palabras claves: modelos de valoración, factores de riesgo. **JEL:** E44, G12, D46.

* Profesores del Departamento de Economía Financiera y Contabilidad, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Enviar los comentarios al correo: ygarcia@empresariales.ulpgc.es. Artículo recibido el 15 de agosto de 2005, aprobada su publicación el 1 de junio de 2006.

Abstract

García, Yaiza and García, Juan. "Literature review of the empirical evidence of multifactorial models of valuation of financial assets", *Cuadernos de Economía*, v. xxv, n. 44, Bogotá, 2006, pages 197-224

In the financial literature there are many authors who consider that, in the valuation of financial assets, rather than considering a single source of risk, a multifactorial risk perspective should be adopted, as opposed to the arguments of the CAPM model. This article reviews the empirical evidence with respect to the application of multifactorial models of the valuation of financial assets and shows the principal results obtained.

Key words: valuation models, risk factors. **JEL:** E44, G12, D46.

Résumé

García, Yaiza et García, Juan. "Révision bibliographique de l'évidence empirique des modèles multifactoriels d'évaluation des actifs financiers", *Cuadernos de Economía*, v. xxv, n. 44, Bogotá, 2006, pages 197-224

Dans la littérature financière divers auteurs considèrent que dans l'évaluation des actifs financiers l'on ne doit pas prendre en compte qu'une seule source de risque, mais que l'on doit adopter une perspective de risque multifactoriel, à l'encontre de ce qu'argumente le modèle CAPM. Cet article revoit l'évidence empirique au sujet de l'application de modèles multifactoriels d'évaluation des actifs financiers, en mettant en avant les principaux résultats obtenus.

Mots clés: modèles d'évaluation, facteurs de risque. **JEL:** E44, G12, D46.

La falta de unanimidad que muestran los resultados de numerosos trabajos con relación a la validación del *Capital Asset Pricing Model* (CAPM)¹, y las críticas que ha recibido² han llevado a muchos investigadores a considerar una perspectiva multifactorial en los modelos de valoración, en los que no hay una sola fuente de riesgo sino múltiples, con el fin de determinar si los modelos multifactoriales recogen en mayor medida los factores de riesgo relacionados con la rentabilidad de los activos o carteras. En los estudios empíricos sobre la valoración de activos financieros con modelos multifactoriales se pueden distinguir dos vertientes: por un lado, se encuentran los trabajos que contrastan el modelo la teoría de valoración por arbitraje (APT sigla en inglés)³ propuesto por Ross (1976), donde los factores que se utilizan como variables explicativas son desconocidos a priori y son extraídos a través de procedimientos estadísticos. Por otro lado, están los estudios en los que los factores explicativos se definen desde un principio, y son por lo general variables macroeconómicas.

-
- 1 Modelo unifactorial de valoración de activos financieros que analiza las implicaciones de la teoría de carteras en el equilibrio del mercado de capitales. En el CAPM existe una relación de equilibrio entre la rentabilidad esperada de un activo financiero o cartera y su riesgo sistemático medido a través de su beta: $\beta_i = \text{cov}(r_i, R_M) / \sigma_{R_M}^2$, donde r_i , R_M y $\sigma_{R_M}^2$ son, respectivamente, la rentabilidad del activo o cartera i , la rentabilidad de la cartera de mercado y la varianza de la rentabilidad de la cartera de mercado.
 - 2 La evidencia existente en contra del CAPM se puede resumir en las siguientes consideraciones: debilidad de la relación existente entre el coeficiente beta y la rentabilidad media, existencia de otras variables con poder explicativo y existencia de inestabilidad temporal.
 - 3 En este modelo la rentabilidad de cualquier activo o cartera se pone en función de la combinación lineal de varios factores y no sólo del rendimiento de la cartera de mercado como ocurre en el CAPM. Además, es un modelo multifactorial que no requiere de la eficiencia de la cartera de mercado, al contrario que el CAPM.

El presente artículo ofrece una revisión bibliográfica de la evidencia empírica de los modelos multifactoriales de valoración de activos financieros, con el objeto de exponer los problemas que se han presentado en la aplicación empírica de estos modelos. Este artículo se estructura de la siguiente forma: en la primera sección se presentan los principales resultados del contraste o verificación del modelo APT en Estados Unidos y en otros mercados. La aplicación de modelos de valoración multifactoriales con variables definidas a priori se analiza en la segunda sección, centrándose en la evidencia empírica de los modelos definidos con variables macroeconómicas y aplicados en Estados Unidos y en otros mercados. En esta sección también se enumeran trabajos que han contrastado modelos definidos con variables fundamentales o características de la propia empresa. En la tercera sección se resumen los principales estudios empíricos que han realizado una comparación entre los diversos modelos multifactoriales de valoración de activos financieros. Y en la cuarta sección se recogen las conclusiones relevantes del estudio.

RESULTADOS DE LA CONTRASTACIÓN DEL MODELO APT

Contrastación del modelo APT en Estados Unidos

Antes de comenzar con esta revisión se ha de señalar que si bien la formulación teórica del modelo APT fue realizada por Ross (1976), anteriormente Gehr (1975) ya había hecho un primer contraste sobre dicho modelo, aplicando un análisis factorial a los rendimientos de las acciones en Estados Unidos. Posteriormente, Roll y Ross (1980) verifican la validez del modelo APT sobre el mercado bursátil estadounidense, con rentabilidades diarias. Para realizar dicho estudio, estos autores llevan a cabo un análisis factorial a través de la técnica de máxima verosimilitud⁴ con el fin de especificar el número de factores a utilizar como variables explicativas, así como la matriz de puntuaciones factoriales. En dicho análisis extraen cinco factores y hacen una prueba del APT siguiendo un proceso de dos etapas como el propuesto

4 Método que busca la solución factorial que mejor se ajuste a las correlaciones observadas. Consiste en encontrar una configuración exacta de los parámetros poblacionales que permita maximizar la probabilidad de producir la matriz de correlación observada, la correlación canónica entre los K factores y las p variables empíricas y el determinante de la matriz de correlación parcial. Para la obtención del modelo factorial se utiliza un algoritmo iterativo. Este método requiere que las p variables empíricas cumplan el supuesto de normalidad (Cea 2002, García *et al.* 2000).

por Fama y MacBeth (1973). Finalmente, estos autores concluyen que en la valoración de las acciones son importantes al menos tres de los factores extraídos y que es improbable que sean más de cuatro. Sin embargo, el propósito de estos autores se limitó a contrastar empíricamente el modelo teórico propuesto por Ross (1976) y determinar el número de factores sin intentar reconocer su naturaleza económica.

El APT también ha sido objeto de críticas y dudas respecto a su posibilidad real de ser contrastado en sentido estricto, en la misma línea que la crítica realizada por Roll (1977) al CAPM. En este sentido, cabe destacar a Shanken (1982), quien en su artículo señala que el modelo teórico APT propuesto por Ross (1976) no implica una relación lineal exacta entre rentabilidad y riesgo, pudiéndose en este sentido cuestionar el contraste de dicho modelo. Shanken se cuestiona si lo señalado en la teoría respecto a la proposición o hipótesis de que todos los valores tienen el mismo rendimiento esperado, es equivalente a los métodos analítico-factoriales usados en la práctica, donde se considera que si un conjunto de rentabilidades de valores sigue un modelo de K factores, sus rentabilidades esperadas han de ser iguales a la combinación lineal de las ponderaciones factoriales; así, dicho autor indica que la formulación práctica podría ser inapropiada. Además, el citado autor añade que el modelo factorial se puede manipular mediante sustituciones en el conjunto dado de valores y por tanto la técnica de análisis factorial por sí misma no es una herramienta adecuada para identificar los componentes aleatorios de los rendimientos que deberían ser relevantes en la valoración. En un trabajo posterior, Shanken (1985) coincide con Ross (1976) señalando que los modelos factoriales en equilibrio son esencialmente una generalización del modelo CAPM pero expresado en forma de multibeta.

Sin embargo, Dybvig y Ross (1985) respondiendo a Shanken (1982) señalan que el APT sí es contrastable y que la linealidad planteada entre los rendimientos esperados y las ponderaciones factoriales es una consecuencia directa de la ausencia de arbitraje. Estos autores también argumentan la validez del contraste del APT en subconjuntos de valores e indican que es el sesgo en los subconjuntos lo que puede llevar a conclusiones inapropiadas. Además, Burmeister y McElroy (1988) imponen en su trabajo la restricción de no relación lineal exacta en la ecuación de sección cruzada del APT para poder utilizar en la estimación tres métodos multivariantes no lineales diferentes. Estos autores usan tales métodos para analizar si las pruebas del APT son sensibles a los supuestos hechos con respecto al riesgo no sistemático, es decir, con relación al término error en la ecuación de la rentabilidad de los activos. También analizan las interrelaciones entre el modelo APT y el mo-

delo lineal de factores, entre el CAPM y el APT y entre la existencia o no del efecto enero sobre el mercado bursátil estadounidense. Para dicho análisis emplean factores no observables y variables macroeconómicas definidas a priori. Los resultados les permite rechazar el CAPM a favor del APT, permaneciendo además tales resultados invariantes con respecto a la inclusión o no del efecto enero.

Otros estudios también se han centrado en contrastar **el APT como modelo alternativo al CAPM**. En este sentido se pueden citar, entre otros, los trabajos de Reinganum (1981b), Chen (1983) y Bower *et al.* (1984). En concreto, Reinganum (1981b) analiza si la teoría de valoración por arbitraje propuesta por Ross (1976) es un modelo alternativo al modelo unifactorial CAPM con respecto a si puede explicar el efecto tamaño, o sea, las diferencias entre los rendimientos de las empresas grandes y pequeñas. Sin embargo, los resultados que obtiene para el mercado bursátil estadounidense no parecen apoyar al APT, ya que, el rendimiento de las carteras constituidas por empresas pequeñas supera en promedio en un 20% a las formadas por empresas grandes, incluso después de ser controlado por los factores de riesgo en el modelo. Este resultado se mantiene si en el modelo se consideran tres, cuatro o cinco factores. Por su parte, Chen (1983) aporta evidencia a favor del APT y contraria a la expuesta por Reinganum (1981b). Dicho autor contrasta el APT con el CAPM sobre el rendimiento diario de empresas estadounidenses cotizadas. En el análisis del APT dicho autor asume una estructura de cinco factores con base en los resultados observados en estudios previos respecto al número de factores que se deben incluir en el análisis. Los resultados de este trabajo ponen de manifiesto que en la explicación de sección cruzada de los rendimientos esperados de las acciones el modelo APT no puede ser rechazado y que éste funciona mejor que el CAPM. Además, se verifica que el modelo APT es robusto a la inclusión del tamaño y del riesgo específico, no presentando dichas variables poder explicativo adicional. En tanto Bower *et al.* (1984) también aportan evidencia sobre el mercado bursátil estadounidense a favor del APT. Los resultados de su trabajo ponen de manifiesto que no se debería tomar una única variable como medida de riesgo, sino que el modelo debería recoger múltiples factores de riesgo, como es el caso del APT; observando que, además, éste proporciona una mejor indicación del riesgo, al igual que mejores estimaciones de la rentabilidad esperada.

Por otro lado, son diversos los autores que partiendo del trabajo de Roll y Ross (1980) realizan estudios empíricos para verificar el APT y encontrar **el número de factores apropiado** para dicho análisis. Entre ellos, cabe destacar los trabajos de Brown y Weinstein (1983), Cho *et al.* (1984), Dhrymes *et*

al. (1984), Dhrymes *et al.* (1985) y Huang y Jo (1995). Las conclusiones más relevantes de dichos estudios se comentan a continuación.

Brown y Weinstein (1983) proponen una aproximación general –que denominan paradigma bilateral– para contrastar los modelos de valoración de activos en equilibrio, y que no requiere que los factores comunes entre los títulos sean normales multivariantes. Los resultados obtenidos al aplicar dicha prueba a los mismos datos que usaron Roll y Ross (1980) son consistentes con el modelo de tres factores en el APT, confirmando lo señalado por Roll y Ross. Además, Brown y Weinstein concluyen que el número de factores que se debe incluir para valorar en el APT es más bien pequeño. Por su parte, Cho *et al.* (1984) examinan los resultados proporcionados por la técnica seguida en el trabajo de Roll y Ross (1980) cuando el proceso de generación de rendimientos es conocido, realizando para ello simulaciones de rendimientos⁵. Así, estos autores detectan que el método utilizado por Roll y Ross (1980) tiende a sobreestimar el número de factores necesarios en el proceso de generación de rendimientos para los rendimientos simulados, así como que dicha técnica presenta una tendencia suave a sobreestimar también el número de factores que influyen en el rendimiento en equilibrio. De hecho, los citados autores detectan que el número de factores, extraídos y significativos en la valoración para los rendimientos simulados, es inferior a los correspondientes a los datos reales.

Dhrymes *et al.* (1984) señalan que las pruebas empíricas realizadas en estudios previos, como el de Roll y Ross (1980), en la aplicación del APT están sujetas a varias limitaciones. Estos autores encuentran para el mercado bursátil estadounidense que el análisis factorial de pequeños grupos de valores no es equivalente al estudio realizado sobre una muestra suficientemente grande, por lo que afirman que el modelo APT no se sostiene. Es más, detectan que el número de factores extraídos y significativos depende del número de valores incluidos en la muestra, incrementando cuando el tamaño muestral aumenta. En un trabajo posterior, Dhrymes *et al.* (1985) añaden que el número de factores también incrementa con la amplitud de las series temporales analizadas.

Ante la controversia formulada con relación a la variabilidad del número de factores determinantes en el APT, otros autores han examinado si el número

5 Realizan una simulación de rendimientos a través del modelo cero-beta del CAPM y se permite que los parámetros del proceso de generación de rendimientos varíen de dos formas distintas.

de factores en el APT es sensible a la frecuencia de los datos analizados. Así Huang y Jo (1995) verifican para el mercado bursátil estadounidense que el número de factores permanece invariable con independencia de la periodicidad de los datos, ya sea diaria, semanal o mensual. Es más, para ratificar los resultados de su estudio utilizan dos métodos distintos de estimación de factores, máxima verosimilitud y componentes principales⁶. El número de factores significativos que se detecta en este trabajo es bajo, ascendiendo a uno o a dos como máximo.

El debate sobre el número de factores apropiado en el APT es bastante amplio. Aparte de los artículos comentados se han de citar los de Trzcinka (1986), Brown (1989) y Connor y Korajczyk (1993). Así, a Trzcinka los resultados de su estudio sobre el mercado estadounidense no le permiten responder cuántos factores son necesarios, sino que sólo puede afirmar que es al menos uno. Es más, dicho autor detecta que hay un factor principal en la generación de rendimientos. Igualmente, Brown subraya que no es apropiado el uso de procedimientos puramente estadísticos para determinar el número de factores a utilizar en la generación de rendimientos, dado que estos pueden llevar a realizar falsas inferencias. Por ello, Brown concluye que en dicho proceso son necesarios el análisis económico y la intuición del investigador. Por su parte, Connor y Korajczyk proponen otra prueba para solventar el problema que subyace en la determinación del número de factores con la mayoría de pruebas utilizadas, pues éstas son válidas sólo para modelos factoriales estrictos, en los que el rendimiento diversificable esté incorrelacionado entre los activos. La prueba estadística que desarrollan permite determinar el número de factores en un modelo factorial aproximado y, por tanto, que no necesite de la incorrelación mencionada. Los resultados obtenidos en su estudio de corte transversal sobre el mercado estadounidense señalan un modelo de uno a seis factores. Es más, estos autores observan que la influencia de los factores después del primero se concentra principalmente en el mes de enero, reduciéndose el número de factores significativos a uno o dos para el resto de los meses.

Por otra parte, en diferentes estudios **se proponen diversas técnicas estadísticas para estimar y contrastar el modelo APT**. Entre otros, se

6 El método de componentes principales trata de la combinación lineal de una serie de variables empíricas correlacionadas en una serie de variables no observadas y no correlacionadas. Sigue un principio de extracción que implica maximizar la varianza explicada. Las variables utilizadas han de estar medidas en la misma escala (Cea 2002, García *et al.* 2000).

deben destacar los trabajos de Chamberlain y Rothschild (1983), Connor y Korajczyk (1988), Mei (1993), Zhou (1999) y Jones (2001), los cuales se exponen a continuación.

Así, Chamberlain y Rothschild (1983) desarrollan una metodología alternativa para definir una estructura factorial aproximada: análisis de componentes principales asintóticos. En este estudio los autores analizan cómo se puede utilizar el análisis de componentes principales asintóticos en determinadas condiciones para realizar la extracción de factores, siendo este método más sencillo que el de máxima verosimilitud.

Posteriormente, Connor y Korajczyk (1988) implantan un conjunto de nuevas técnicas más eficientes para estimar y contrastar el APT usando la técnica de análisis de componentes principales asintóticos y que además se puede usar para algunos casos de primas de riesgo variables en el tiempo. Es más, estos autores contrastan el APT y el CAPM con rendimientos mensuales para el mercado bursátil estadounidense. Detectan que el APT es consistente con la persistencia en la valoración de los efectos estacionales, concretamente en enero, relacionados con el tamaño. Por todo ello, concluyen que empíricamente el APT es una alternativa razonable con respecto al CAPM.

En esta línea, Shukla y Trzcinka (1990) realizan una comparación formal entre la utilización de ambos métodos: máxima verosimilitud y análisis de componentes principales, en el marco del APT. Para ello, analizan el APT sobre las empresas industriales estadounidenses que en 1983 tenían una antigüedad de veinte años. Concluyen que las estimaciones realizadas a través de la técnica de máxima verosimilitud no son necesariamente superiores a la de componentes principales. Dichos autores observan que ambos modelos capturan el problema del tamaño y, a su vez, presentan problemas con la varianza residual.

En cambio, Mei (1993) propone aplicar una aproximación autorregresiva para contrastar un modelo multifactorial APT con primas de riesgo variables en el tiempo sobre la base de rendimientos anuales de empresas industriales estadounidenses. Señala que las ventajas del método propuesto, frente a los empleados en otros estudios, son la facilidad para realizar estimaciones y que no hay que hacer hipótesis sobre la distribución de los factores o la constancia de las primas de riesgo. Mei presenta al menos cinco factores de riesgo sistemático y destaca que el modelo analizado es capaz de capturar tanto el efecto tamaño como el derivado de los rendimientos de los dividendos, pero no explica, sin embargo, el efecto *book-to-market* o del ratio

PER⁷. A la vista de tales resultados el citado autor se manifiesta en contra de un modelo multifactorial con beta constante, señalando que este último no es capaz de explicar las variaciones de sección cruzada en los rendimientos esperados.

En esta línea, Zhou (1999), en un estudio sobre la valoración en los rendimientos de las empresas industriales en Estados Unidos, propone un nuevo método para extraer factores desde un modelo factorial latente o un modelo factorial con factores especificados a priori, así como una prueba de contraste para el APT, basado en el método generalizado de los momentos⁸. Dicho autor señala como ventaja de la prueba su robustez frente a la mayoría de las existentes, justificada porque no sufre de los problemas de errores en la estimación de las variables y por no requerir que los rendimientos de los valores tengan distribución normal e independiente temporalmente. Asimismo, señala que la metodología expuesta es útil para identificar con variables económicas los factores que afectan a los rendimientos de los valores. Dicho autor detecta para los rendimientos mensuales de la industria que no se puede rechazar un modelo APT de dos factores, los cuales son una combinación lineal de variables macroeconómicas; concluyendo que el primer factor es una combinación lineal de la producción industrial y de los cambios en la inflación esperada, mientras que el segundo factor lo es del riesgo por insolvencia y de la prima por vencimiento.

Jones (2001) también propone un procedimiento alternativo al de componentes principales asintóticos, que es robusto con respecto a la existencia de heterocedasticidad en los errores del modelo. Además, en dicho estudio también se hace una comparación entre ambos métodos sobre el mercado bursátil estadounidense, en el cual se detecta que los factores extraídos según el método propuesto presentan un mayor poder explicativo que los obtenidos a través de la técnica de componentes principales asintóticos.

Por otro lado, Lehmann y Modest (1988) examinan la validez de la teoría de valoración por arbitraje aplicada sobre diversas carteras construidas con base en distintos criterios: tamaño, dividendos repartidos y la propia

7 Tasa que expresa el resultado de dividir el precio de una acción entre el beneficio por acción.

8 Procedimiento de estimación que precisa únicamente de la especificación de ciertas condiciones sobre los momentos de la distribución de una variable aleatoria, en lugar de la distribución completa de la misma. En este método los factores que se obtienen son ortogonales a cualquier otro (Sánchez 1999).

varianza. Dicho estudio lo realizan con el fin de analizar si determinados efectos o anomalías detectadas en el CAPM se solucionan al aplicar este modelo. Sin embargo, estos autores encuentran resultados contradictorios con respecto a la verificación del APT en el mercado bursátil estadounidense, dado que observan que dicho modelo es sensible al criterio utilizado para la formación de carteras. Esto es, mientras que en su estudio el APT proporciona una adecuada explicación de la relación entre riesgo y rentabilidad de las carteras formadas en función de los dividendos y de la varianza, dicha idoneidad del modelo no se mantiene cuando se realiza el análisis sobre las carteras constituidas por tamaño, al no ser capaz de explicar su rendimiento. No obstante, estos autores observan que el efecto tamaño se concentra fundamentalmente en las empresas de mayor y menor tamaño. Por todo ello, concluyen que el APT valora con pequeño error a la mayoría de las acciones cotizadas.

Otra de las anomalías detectadas en algunos estudios al aplicar el APT es la **estacionalidad**. En esta línea, cabe reseñar entre otros los trabajos de Gultekin y Gultekin (1987), Cho y Taylor (1987) y Burmeister y McElroy (1988), los cuales se comentan a continuación, excepto este último porque ya fue expuesto anteriormente.

Así, Gultekin y Gultekin (1987) señalan que las pruebas empíricas del modelo APT son muy sensibles a las anomalías observadas en el rendimiento de las acciones en Estados Unidos en el mes de enero. Estos autores encuentran que el APT permite explicar mayoritariamente las relaciones entre rentabilidad y riesgo para el mes de enero, mientras que cuando en dicho análisis se excluyen los rendimientos correspondientes al mes de enero, no se verifica el APT, ya que no resultan significativas las relaciones entre las medidas de riesgo y los rendimientos esperados de las acciones.

En esta misma línea, Cho y Taylor (1987) analizan la estacionalidad en la estructura factorial de los rendimientos diarios de las empresas industriales estadounidenses cotizadas y, por tanto, en el contraste del APT. Los resultados obtenidos por estos autores revelan la existencia del efecto enero y del efecto tamaño en los rendimientos de las acciones. Además, los citados autores concluyen que los resultados en el proceso de contraste de dos etapas, usando el análisis factorial de máxima verosimilitud, no parecen apoyar la relación de valoración del modelo APT.

Por otra parte, con respecto al **efecto tamaño** se ha de resaltar que a pesar de que éste ha sido, entre otros, uno de los aspectos analizados en diversos estudios (Cho y Taylor 1987, Connor y Korajczyk 1988, Lehmann y Mo-

dest 1988, Shukla y Trzcinka 1990 y Mei 1993)⁹ no hay unanimidad en los resultados, apareciendo en algunos estudios dicho efecto, incluso una vez ajustados los múltiples betas por los riesgos sistemáticos, mientras que en otros éste es controlado.

Contrastación del modelo APT en otros mercados

A pesar de que la amplia evidencia empírica existente se centra fundamentalmente en el mercado estadounidense, también se han realizado diversos estudios en otros mercados. Kryzanowski y To (1983) analizan para la Bolsa de Nueva York y para la de Toronto si los rendimientos mensuales de los activos están caracterizados por una estructura factorial. Para ello, emplean dos técnicas de análisis factorial distintas: análisis factorial de Rao¹⁰ y análisis factorial alfa¹¹. Este estudio lo realizan sobre carteras construidas atendiendo a diversos criterios, concretamente, cambiando el tamaño de la muestra y el horizonte temporal objeto de estudio. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que para ambos mercados y con ambas técnicas el número de factores relevantes varía tanto al incrementar el número de valores incluidos así como al modificar la amplitud del horizonte temporal. No obstante, en cada uno de los mercados analizados los citados autores detectan con las dos técnicas señaladas y para diversas muestras una estructura factorial con aproximadamente el mismo número de factores, que explican aproximadamente el mismo porcentaje de la varianza total. Sin embargo, este resultado no indica que los factores detectados sean los mismos para todas las muestras.

Con respecto a estudios realizados para el Reino Unido cabe resaltar los trabajos de Diacogiannis (1986) y Abeysekera y Mahajan (1987). En

9 Estos estudios ya han sido comentados con anterioridad en este trabajo, razón por la cual no se vuelven a detallar.

10 La factorización canónica de Rao es una variedad del procedimiento de máxima verosimilitud y trata de incrementar los determinantes de la matriz de correlación parcial. Su principio de extracción es el siguiente: factores que correlacionan en un grado máximo con las variables en tanto que dan la mejor estimación de la matriz de correlación reproducida en la población (Cea 2002, García *et al.* 2000).

11 García *et al.* (2000) definen el análisis factorial alfa como un método que se basa en la maximización de la generalización de los factores como principio de extracción. Los pesos factoriales se fijan de tal modo que los factores comunes extraídos tengan correlaciones máximas con el universo de los factores comunes existentes. La estimación se realiza a través de un procedimiento iterativo que converge en el valor de mayor ajuste.

concreto, sobre la base de que según el APT el modelo de generación de rendimientos a través del tiempo debe ser el mismo para el mismo grupo de acciones o para diferentes grupos, Diacogiannis analiza sobre la Bolsa de Londres si el número de factores varía con el tamaño de la muestra, así como con el horizonte temporal analizado. Por tanto, este estudio lo realiza tanto sobre grupos de acciones de igual tamaño como con grupos de diferente tamaño. La técnica de extracción de factores utilizada en este estudio es el análisis factorial de Rao, dado que esta técnica presenta como ventaja el proporcionar la capacidad de estimación del número relevante de factores. Los resultados obtenidos en este trabajo son similares a los hallados por Dhrymes *et al.* (1984) y Dhrymes *et al.* (1985) para el mercado estadounidense, y se pueden dividir en dos: por un lado, se observa que el número de factores asciende cuando el tamaño del grupo se incrementa y, por otro, se detecta que el número de factores no permanece invariable a través de varios períodos, sino que cambia tanto para un mismo grupo de acciones como para grupos diferentes. Tales resultados llevan a dicho autor a concluir que el modelo de generación de rendimientos de valores del APT no puede ser utilizado para hacer predicciones. No obstante, Diacogiannis señala que ello no constituye evidencia contraria al modelo APT, sino que el estado presente de la metodología estadística no permite proporcionar una prueba inequívoca no ambigua del modelo para el mercado bursátil londinense.

Abeysekera y Mahajan (1987) contrastan la aplicación del modelo APT sobre el mercado bursátil de Londres con datos mensuales, sin embargo, los resultados que obtienen no son muy satisfactorios, dado que aunque se verifica la significatividad de la constante y su igualdad con la tasa libre de riesgo, no se ratifica la relevancia de las primas de riesgo, las cuales resultan no significativas, por lo que no se puede aceptar el modelo APT para la muestra analizada. Por otro lado, Faff (1988) contrasta el APT sobre el mercado bursátil australiano usando la técnica de componentes principales asintóticos. En este estudio se detecta para un contraste de corte transversal que hay tres factores relevantes en la valoración. Sin embargo, Faff subraya que, como no se puede rechazar la posible existencia de errores en la valoración, dicho resultado no es concluyente. Igualmente, Yli-Olli y Virtanen (1992) encuentran para el mercado finlandés cuatro factores relevantes.

Con relación a los trabajos de carácter multifactorial realizados en España se ha de señalar que la evidencia encontrada es diversa y no unánime, pudiéndose resaltar, entre otros, los trabajos de Bergés (1984), Gómez-Bezars *et al.* (1994), Esteve (1996), Jordán y García (2003) y Nieto (2004), quienes

analizan diferentes activos, distintos períodos temporales y emplean diversas metodologías.

En concreto, Bergés detecta que las rentabilidades bursátiles en el mercado bursátil español durante 1955-1982 se comportan de manera consistente con el modelo APT, pero no conforme con el modelo más restrictivo CAPM. Estos resultados coinciden con los encontrados en su estudio para Estados Unidos y Canadá, mientras que para el mercado bursátil de Londres no se observa ningún factor relevante. Sin embargo, la evidencia encontrada por Gómez-Bezares *et al.* es contraria a la detectada por Bergés; estos autores contrastan la validez del APT como modelo de valoración sobre el mercado bursátil español, analizando de forma separada el mercado de corros y el mercado continuo, para los períodos 1959-1988 y 1990-1993, respectivamente. Así, los resultados obtenidos al aplicar las metodologías clásicas de contraste, corte transversal con y sin medias, conllevan al rechazo del modelo, dado que en los únicos casos en que se podría aceptar es en una versión unibeta, es decir, sólo hay un factor de riesgo significativo, siendo dicho factor identificado con la rentabilidad de mercado. Además, en dicho estudio también se comprueba la verificación del modelo CAPM, en lugar del APT.

Por su parte, Nieto (2004) compara diferentes modelos de formación de precios sobre el mercado bursátil español para el período 1982-1998. Estima el CAPM estricto, una versión condicional, una intertemporal y una dinámica, así como los modelos multifactoriales APT con factores no observables y el modelo de tres factores propuesto por Fama y French (1993). Los resultados que obtiene indican que los modelos condicionales presentan un mejor comportamiento que los modelos estáticos.

Por otro lado, en España también se ha contrastado la viabilidad de la aplicación del modelo APT para valorar los Fondos de Inversión Mobiliaria. Un primer análisis es el realizado por Esteve (1996), quien estudia los factores que influyen en la rentabilidad de los Fondos de Inversión Mobiliaria en España para el quinquenio 1990-1994, encontrando que la variable que mejor explica la rentabilidad de los fondos de inversión en activos del mercado monetario (FIAMM), de los fondos de inversión en renta fija y de los fondos que invierten un porcentaje elevado en renta variable son, respectivamente, el tipo de interés de la deuda pública, el tipo de interés de los pagarés de empresa a corto plazo y la rentabilidad de mercado. Además, dicho autor sólo obtiene una variable significativa en las diversas regresiones múltiples, a partir de la identificación de los factores extraídos del análisis factorial que realiza sobre los rendimientos de los fondos de inversión.

Jordán y García (2003) también contrastan la aplicación del modelo APT sobre los fondos de inversión, tomando el período 1990-1997 como horizonte temporal. Para ello, dividen la muestra de fondos de inversión mobiliaria en tres grupos en función de su categoría: fondos de renta variable, fondos de renta variable mixta y fondos de renta fija mixta. Los citados autores utilizan dos metodologías para contrastar el modelo: corte transversal con medias y corte transversal sin medias, obteniendo resultados dispares para cada una de ellas. Así, para la primera sólo se detectan primas por riesgo significativas para los fondos de renta variable, mientras que para el segundo método resultan primas por riesgo significativas en los fondos de renta variable, así como alguna prima relevante en los fondos de renta variable mixta y renta fija mixta. Sin embargo, para estas dos últimas categorías no se cumple la igualdad de la constante y la tasa libre de riesgo, por lo que se rechaza el cumplimiento del modelo. Además, los citados autores también tratan de identificar con alguna variable económico-financiera los factores observados, identificando sólo alguno de ellos con la cartera de mercado, aproximada a través del IBEX-35, y con los cambios no anticipados en la prima de riesgo o prima por riesgo de insolvencia. Por todo ello, dichos autores señalan la necesidad de plantear otro modelo factorial que revele la existencia de otras variables que mejoren el grado de explicación.

Esta segunda sección no estaría completa si no se hiciese referencia a la preocupación de algunos investigadores por reconocer **la naturaleza económica de los factores relevantes en el APT**, intentando identificarlos. Sobre esta cuestión los estudios no son tan numerosos, por lo que a fin de tener una visión más completa se enumeran juntos aunque pertenezcan a distintos mercados. Entre ellos, se pueden destacar los trabajos de Beenstock y Chan (1988) y Cheng (1995) para el mercado bursátil de Londres; Gómez-Bezares *et al.* (1994) para la Bolsa española; Esteve (1996) y Jordán y García (2003) para los Fondos de Inversión en España y Zhou (1999) para el mercado bursátil de Estados Unidos, estos cuatro últimos ya comentados con anterioridad. No obstante, sobre esta cuestión cabe resaltar el estudio de Beenstock y Chan (1988), ya que, estos autores proponen una metodología iterativa de dos pasos para relacionar los factores de riesgo significativos con variables económicas explícitas, identificando cuatro factores relevantes en la valoración de las acciones en el mercado bursátil londinense, los cuales son: inflación, oferta monetaria, precios de las materias primas y tasa de interés. Cheng (1995) también propone una metodología alternativa para relacionar los factores extraídos con un conjunto de indicadores económicos, conocida dicha técnica como análisis normativo o canónico.

MODELOS DE VALORACIÓN MULTIFACTORIALES CON VARIABLES DEFINIDAS A PRIORI

Aplicación de modelos con variables macroeconómicas en USA

Uno de los principales problemas de la aplicación del modelo APT con factores no observables es realizar una correcta identificación de tales factores y, por consiguiente, poder interpretarlos. Ante dicha crítica otros autores han analizado un modelo con variables macroeconómicas especificadas a priori. En este sentido se destaca el trabajo de Chen *et al.* (1986), quienes dentro del marco multifactorial propusieron un nuevo modelo, en el cual se relaciona el comportamiento del rendimiento de las acciones con variables macroeconómicas. A partir de este trabajo se publican nuevos estudios que aplican la versión del APT con variables macroeconómicas; para el mercado bursátil estadounidense se destacan los trabajos de Burmeister y Wall (1986), Kim y Wu (1987), Berry *et al.* (1988), Shanken y Weinstein (1990), Chang (1991) y Christoffersen *et al.* (2002).

Chen *et al.* (1986) especifican determinadas variables macroeconómicas y financieras que consideran que capturan el riesgo sistemático de la economía y después de un análisis, en el que observan que de manera conjunta existen relaciones significativas entre las variables definidas y los factores comunes extraídos de los rendimientos de las acciones, proponen contrastar a través de la metodología de Fama y MacBeth (1973) si tales variables pueden considerarse factores de riesgo sistemático en la valoración de las acciones de la Bolsa de Nueva York. Dichas variables son: variación mensual de la producción industrial, prima por riesgo de insolvencia, cambios no anticipados en la estructura temporal de los tipos de interés, cambio en la inflación esperada y la inflación no esperada. También contrastan el modelo incluyendo como sexta variable la rentabilidad de la cartera de mercado aproximada mediante un índice bursátil, sin tener alteraciones en los resultados. Este estudio revela que las tres primeras variables mencionadas son factores de riesgo significativos en la valoración, siendo más débil la significatividad de las dos variables que contienen la inflación. Por todo ello, los autores concluyen que los rendimientos de las acciones están expuestos a noticias económicas sistemáticas y que son valorados en función de su exposición.

En esta línea, Burmeister y Wall (1986) desarrollan su trabajo analizando, dentro del marco de trabajo del APT, la sensibilidad de los rendimientos de los valores en el mercado estadounidense a determinadas variables macroeconómicas. Para los autores, una ventaja del modelo es que permite hacer una

interpretación económica directa de los coeficientes estimados. La mayoría de los factores macroeconómicos que estudian son similares a los de Chen *et al.* (1986), aunque la determinación de algunos varía, siendo los factores que utilizan los siguientes: diferencial de insolvencia, cambios no anticipados en la estructura temporal de los tipos de interés, inflación no esperada y crecimiento no esperado en las ventas reales finales. Los resultados muestran la sensibilidad de los rendimientos de los valores a cada una de las variables estudiadas, las cuales presentan coeficientes significativos.

Posteriormente, tales factores analizados por Burmeister y Wall (1986), junto con el error del riesgo de mercado son utilizados por Berry *et al.* (1988) para examinar la importancia de los diferentes tipos de riesgo y comprobar la diferente exposición a los mismos en los diversos tipos de industria. Estos autores señalan la conveniencia de utilizar el APT con variables conocidas para estrategias de gestión activas y pasivas. Una perspectiva distinta se recoge en el trabajo de Kim y Wu (1987), quienes contrastan un modelo multifactorial cuyos factores son derivados de un conjunto de variables macroeconómicas a través de la técnica de componentes principales, y detectan que hay al menos tres factores de riesgo significativos, que están asociados a variables de producción general, de inversión, financieras y de empleo¹².

Asimismo, se ha de reseñar el trabajo de Shanken y Weinstein (1990), quienes al replicar el trabajo de Chen *et al.* (1986) obtienen que la única prima de riesgo significativa es la de la producción industrial. Además, estos autores observan que cuando en el contraste del modelo se utiliza una única regresión de sección cruzada, ninguna de las primas de riesgo asociadas a las cinco variables macroeconómicas son estadísticamente significativas. En esta línea, se encuentra el trabajo de Chang (1991), en el cual se obtienen resultados también opuestos a los recogidos en el trabajo de Chen *et al.* (1986). Chang comprueba que cuando en el modelo multifactorial con variables macroeconómicas se introduce la variable mercado, aquellas pierden su relevancia en favor de esta última. Las variables macroeconómicas consideradas son cambios en la estructura temporal de los tipos de interés, la inflación no anticipada, cambios en la producción industrial, desempleo, diferencial de insolvencia y tipo de cambio.

12 También hacen el contraste del CAPM y del APT con variables desconocidas, siendo en el primero relevante la prima de riesgo del mercado y, en el segundo, significativos de dos a cinco factores en función del período de estudio.

Por su parte, Christoffersen *et al.* (2002) examinan y cuestionan los resultados de Chen *et al.* (1986), al criticar la medición con datos finales de determinadas variables macroeconómicas, tales como la inflación y la producción, en vez de utilizar datos en tiempo real, dado que estos son los que están disponibles cuando se forman las expectativas económicas. Por todo ello, manifiestan que el uso incorrecto de datos finales en las pruebas empíricas puede conllevar errores concernientes a la verdadera relevancia de las noticias económicas, esto es, de los factores de riesgo analizados de carácter macroeconómico.

Por otro lado, una versión del modelo APT con variables macroeconómicas ha sido utilizada por Bin *et al.* (2003) para examinar los factores de riesgo en la valoración de los recibos de acciones extranjeras en Estados Unidos. En este estudio se detecta que el rendimiento de dichos valores es sensible a los movimientos en los mercados bursátiles, en los correspondientes mercados de divisas y monetario y, por último, a las crisis financieras internacionales.

Aplicación de modelos con variables macroeconómicas en otros mercados

Para otros mercados, aparte del estadounidense, también se ha contrastado la validez del modelo de valoración con variables definidas a priori. En esta línea, se pueden resaltar los trabajos de Priestley (1996), Clare *et al.* (1997) y Antoniou *et al.* (1998) para el Reino Unido; Koutoulas y Kryzanowski (1996) para Canadá; Clare y Priestley (1998) para Malasia; Araguas (1991) y Rodríguez (2000) para España; y Altay (2003) para Alemania y Turquía.

Priestley (1996) comprueba sobre el mercado bursátil de Londres que la metodología más apropiada para determinar los componentes no esperados que se quieren utilizar en la estimación y el análisis del APT con factores definidos es el filtro de Kalman, frente a la metodología autorregresiva y la de cambio de tasa. Es más, el autor subraya que de esta forma el modelo multifactorial estimado proporciona fuentes de información adicionales con respecto al modelo de un solo factor CAPM.

Clare *et al.* (1997) detectan que la validación del APT con variables macroeconómicas es muy sensible a la técnica de estimación y contraste utilizada. Así, observan para el mercado bursátil de Londres que mientras el procedimiento clásico de dos etapas puede llevar al rechazo del modelo, cinco factores macroeconómicos son relevantes en la valoración si se permite la existencia de una estructura factorial aproximada y, por tanto, utilizar el

estimador no lineal de tres etapas de mínimos cuadrados ordinarios. No obstante, Antoniou *et al.* (1998) investigan la validez empírica del APT con variables macroeconómicas para valores comercializados en la Bolsa de Londres. Los autores analizan la robustez del modelo para dos muestras diferentes, encontrando que tres de los cinco factores de riesgo relevantes producen la misma prima de riesgo en ambas muestras.

En los modelos multifactoriales de valoración de activos también se ha estudiado una versión condicional. Así, Koutoulas y Kryzanowski (1996) examinan dentro de dicho marco el poder explicativo de las volatilidades condicionales de las variables macroeconómicas para el mercado bursátil de Canadá, detectando la importancia de la volatilidad de la producción industrial y del tipo de cambio.

Clare y Priestley (1998) contrastaron un modelo similar al de Chen *et al.* (1986) sobre el mercado bursátil de Malasia, encontrando como fuentes de riesgo sistemático para dicho mercado no sólo diversas variables de carácter macroeconómico del país sino que, además, también se puede utilizar una proxy del riesgo internacional. Igualmente, Araguas (1991) analiza la aplicación sobre el mercado bursátil español del APT con variables conocidas o definidas a priori. Las variables utilizadas como factores de riesgo son: producción industrial, inflación no anticipada, estructura temporal de tipos de interés y premio al riesgo o diferencial de insolvencia. Los resultados obtenidos respecto a las sensibilidades de los sectores económicos en España a los cuatro factores señalados son coherentes a pesar de su poca significación estadística. Por tanto, este autor señala que dicha teoría parece dar resultados coherentes incluso en el mercado bursátil español, que se caracteriza por su poca eficiencia.

Hay que señalar también que se ha extendido la aplicación de los modelos de valoración multifactoriales con variables macroeconómicas a otro tipo de activos financieros tales como los fondos de inversión. En este caso, cabe resaltar el trabajo de Rodríguez (2000), quien prueba la validez de dicho modelo para el mercado de fondos de inversión de renta fija español. En este trabajo, la elección de las variables a introducir en el modelo se deriva de un análisis de correlaciones entre los factores extraídos del análisis factorial de los rendimientos de los Fondos y diversas variables de carácter macroeconómico y de mercado. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la relevancia, por un lado, de la prima de riesgo asociada a la variable cambios no anticipados a la estructura temporal de tipos de interés, la cual presenta un signo negativo y por otro, de la prima de rentabilidad del índice

general de la bolsa sobre la rentabilidad de la deuda pública, prima que va acompañada de un signo positivo.

En esta misma línea de trabajo, Altay (2003) contrasta sobre el mercado bursátil alemán y turco el modelo APT con factores macroeconómicos extraídos de un conjunto de variables. Sin embargo, los resultados del contraste del modelo no son muy favorables, encontrándose en general una única prima de riesgo significativa para el mercado alemán: el nivel del tipo de interés no anticipado, y ningún factor relevante para el mercado turco.

Aplicación de modelos definidos con variables fundamentales

Para completar esta sección y aunque el objetivo de este artículo no es el estudio de modelos multifactoriales que incluyan como factores determinantes variables características de la propia empresa, y dada la importancia de estos modelos, es necesario hacer una pequeña reseña de los mismos porque constituyen un tipo de modelo multifactorial. Entre las variables de empresa que se introducen en estos modelos como factores explicativos en el modelo cabe resaltar el tamaño, el ratio *book-to-market* y el ratio PER. Se destacan los siguientes estudios: Basu (1977), Stattman (1980), Banz (1981), Reinganum (1981a), Keim (1983), Rosenberg *et al.* (1985), Lakonishok y Shapiro (1986), Fama y French (1992, 1993) para el mercado de Estados Unidos; Chan *et al.* (1991) para el mercado japonés; Lam (2002) para el mercado de Hong Kong; Hung *et al.* (2004) para el mercado del Reino Unido; y Basarrate (1988), Corzo y Martínez-Abascal (1996), Menéndez (2000) y Nieto y Rubio (2002) para el mercado español.

ESTUDIOS COMPARATIVOS DE LOS MODELOS MULTIFACTORIALES

Los modelos multifactoriales de valoración se pueden dividir en tres grandes grupos: modelos factoriales puramente estadísticos, modelos con variables macroeconómicas y modelos con variables fundamentales. Algunos estudios se han dedicado a la comparación entre tales modelos, como son los trabajos de Chen y Jordan (1993), Connor (1995), Groenewold y Fraser (1997), Rahman *et al.* (1998), Gómez-Bezares y Larrinaga (1998) y Swoboda (2003).

Chen y Jordan (1993) comparan los dos modelos basados en el APT, el modelo factorial estadístico y el modelo con variables macroeconómicas, basándose en la capacidad de cada uno para predecir los rendimientos de las

carteras de acciones cotizadas en Estados Unidos. Los resultados de las pruebas revelan una diferencia muy pequeña entre ambos modelos. No obstante, los autores se manifiestan a favor del modelo con variables macroeconómicas por la facilidad para interpretar los factores. Por su parte, Connor (1995) compara el poder explicativo de una especificación particular de cada uno de los tres tipos de modelos multifactoriales para los rendimientos bursátiles en Estados Unidos. En este estudio se observa que los modelos factoriales estadísticos y fundamentales ofrecen mejores resultados que el modelo con variables macroeconómicas y que, a su vez, los fundamentales mejoran suavemente a los estadísticos. No obstante, Connor afirma que los resultados aportados no son concluyentes respecto a la elección entre los tres métodos y que el poder explicativo es sólo un criterio de comparación. Es más, dicho autor señala que conforme a otros criterios, tales como la consistencia teórica y el recurso intuitivo, el uso del modelo factorial macroeconómico es probablemente el más fuerte, y no el más débil.

Rahman *et al.* (1998) ponen de manifiesto para el mercado bursátil estadounidense el uso más apropiado de los rendimientos esperados observados en los contrastes de los modelos CAPM, APT y el modelo de valoración de activos unificado (UAPT que unifica el CAPM y APT), frente al uso tradicional de los rendimientos *ex-post*. Respecto de la comparación entre los modelos, el UAPT se destaca como mejor modelo y, dentro del mismo, el modelo UAPT con variables macroeconómicas es mejor que con factores derivados.

Groenewold y Fraser (1997) comparan en el mercado bursátil australiano, el modelo APT con factores no observables, el modelo multifactorial con variables macroeconómicas y el unifactorial CAPM, poniendo de manifiesto la superioridad de los modelos multifactoriales y que estos presentan similar poder explicativo. Con relación al modelo de valoración con variables macroeconómicas analizado, se detecta la relevancia del tipo de interés a corto plazo, la tasa de inflación y la tasa de crecimiento de la oferta monetaria en la valoración de los rendimientos para la Bolsa australiana.

Gómez-Bezares y Larrinaga (1998) estudian el comportamiento de los activos de 18 países, analizando tanto el modelo de valoración de un único factor como los modelos multifactoriales, aplicando en este caso dos modelos: a) un modelo con factores no observables extraídos mediante componentes principales y b) un modelo en el que los factores de riesgo considerados sean variables fundamentales. Los resultados llevan a rechazar el modelo con variables fundamentales porque éstas no son significativas o tienen signo opuesto al esperado. No obstante, se verifica el modelo de un único factor –rentabilidad de mercado– y el modelo de varios factores no

observables a priori, siendo, en este caso, los factores relevantes relacionados con la rentabilidad de mercado y con la rentabilidad de los bonos.

Sin embargo, Swoboda (2003) aporta evidencia opuesta a la señalada, en su estudio sobre el mercado bursátil de Buenos Aires. Este autor detecta que la prima de riesgo de mercado del modelo unifactorial CAPM es significativa frente a la irrelevancia de las primas asociadas a los factores de riesgo de los dos modelos multifactorial analizados: modelo APT con factores desconocidos y modelo con variables macroeconómicas.

CONCLUSIONES

En relación con los trabajos que aplican el modelo de valoración APT en el que los factores no observables que se integran en el modelo se determinan a través de procedimientos estadísticos, se detecta que no existe unanimidad en cuanto al número de factores relevantes, e incluso que éste varía con la amplitud de la muestra y del período de estudio. Otro aspecto que se ha detectado en diversos estudios de esta índole es la existencia de estacionalidad. Sin embargo, el principal problema que se encuentra es poder identificar adecuadamente los factores de riesgo que han resultado significativos con variables macroeconómicas para poder interpretar su significado, es decir, reconocer el efecto de qué está recogiendo cada factor. Así, en distintos estudios dichos factores han sido identificados fundamentalmente con la rentabilidad de la cartera de mercado y con variables de tipos de interés tales como la prima por riesgo de insolvencia y los cambios no anticipados en la estructura temporal de los tipos de interés; aunque también, en ocasiones, se han relacionado con la inflación, la producción industrial, etc.

Ante la dificultad detectada para hacer una correcta identificación de los factores, diversos autores han analizado un modelo cuyas variables se definen a priori. Así, dentro de estos modelos se pueden encontrar dos vertientes: la macroeconómica y la fundamental. La primera considera como posibles variables explicativas factores de carácter macroeconómico y entre las principales variables utilizadas y que han resultado relevantes cabe destacar: los cambios no anticipados en la estructura temporal de los tipos de interés, la prima por riesgo de insolvencia, la inflación no esperada y la producción industrial. La segunda vertiente es aquella que toma variables fundamentales o características de la propia empresa o sector; entre los diversos estudios realizados en este ámbito cabe resaltar que una gran número de los mismos ha detectado la significatividad de las variables tamaño, ratio PER y ratio *book-to-market*, entre otras.

Por último, se ha de señalar que aunque la evidencia empírica existente respecto a los modelos de valoración multifactoriales no es unánime en multitud de ámbitos: tipo de modelo a contrastar, metodología, medición de variables macroeconómicas, relevancia de factores macroeconómicos, validez de los modelos, etc., queda puesto de manifiesto el interés creciente que versa sobre la utilidad y el estudio de estos modelos de valoración en los diferentes mercados y para los distintos activos financieros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abeyssekera, S. P. y Mahajan, A. (1987) "A test of the APT in pricing UK stocks", *Journal of Business Finance and Accounting*, 14(3): 377-391.
- Altay, E. (2003) "The effect of macroeconomic factors on asset returns: A comparative analysis of the German and Turkish Stock Markets in a APT framework", Working Paper, 48, Martin Luther University.
- Antoniou, A., Garret, I. y Priestley, R. (1998) "Macroeconomic variables as common pervasive risk factors and the empirical content of the Arbitrage Pricing Theory", *Journal of Empirical Finance*, 5(3): 221-240.
- Araguas, J. M. (1991) "Teoría de formación de precios por arbitraje APT. Una aproximación al caso español", *Actualidad Financiera*, 26: 513-529.
- Banz, R. W. (1981) "The relationship between return and market value of common stocks", *Journal of Financial Economics*, 9(1): 3-18.
- Basarrate, B. (1988) "El efecto tamaño y la imposición sobre dividendos y ganancias de capital", *Investigaciones Económicas*, 12(2): 225-242.
- Basu, S. (1977) "Investment performance of common stocks in relation to their price-earnings ratios: A test of the efficient market hypothesis", *The Journal of Finance*, 32(3): 663-682.
- Basu, S. (1983) "The relationship between earnings' yield, market value and return for NYSE Common Stocks", *Journal of Financial Economics*, 12(1): 129-156.
- Beenstock, M. y Chan, K. (1988) "Economic forces in the London stock market", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 50(1): 27-39.
- Bergés, A. (1984) *El mercado español de capitales en un contexto internacional*, Madrid: Ed. Ministerio de Economía y Hacienda.
- Berry, M. A., Burmeister, E. y McElroy, M. B. (1988) "Sorting out risks using known APT factors", *Financial Analysts Journal*, 44(2): 29-42.

- Bin, F., Morris, G. B. y Chen, D. (2003) "Effects of exchange-rate and interest-rate risk on ADR pricing behaviour", *The North American Journal of Economics and Finance*, 14(2): 241-262.
- Bower, D. H., Bower, R. S. y Logue, D. E. (1984) "Arbitrage Pricing Theory and utility stock returns", *The Journal of Finance*, 39(4): 1041-1054.
- Brown, S. J. (1989) "The number of factors in security returns", *The Journal of Finance*, 45(5): 1247-1262.
- Brown, S. J. y Weinstein, M. I. (1983) "A new approach to testing Asset Pricing Models: The bilinear paradigm", *The Journal of Finance*, 38(3): 711-743.
- Burmeister, E. y McElroy, M. B. (1988) "Joint estimation of factor sensitivities and risk premia for the Arbitrage Pricing Theory", *The Journal of Finance*, 43(3): 721-735.
- Burmeister, E. y Wall, K. D. (1986) "The Arbitrage Pricing Theory and macroeconomic factor measures", *The Financial Review*, 21(1): 1-20.
- Cea, M. A. (2002) *Análisis multivariable. Teoría y práctica en la investigación social*, Madrid: Ed. Síntesis, S. A.
- Chamberlain, G. y Rothschild, M. (1983) "Arbitrage factor structure and mean-variance analysis on large asset markets", *Econometrica*, 51(5): 1281-1304.
- Chan, L.K.C., Hamao, Y. y Lakonishok, J. (1991) "Fundamentals and stock returns in Japan", *The Journal of Finance*, 46(5): 1739-1764.
- Chang, S. J. (1991) "A study of empirical return generating models: A Market Model, a Multifactor Model, and a Unified Model", *Journal of Business Finance and Accounting*, 18(3): 377-391.
- Chen, N. (1983) "Some empirical tests of the Theory of Arbitrage Pricing", *The Journal of Finance*, 38(5): 1393-1414.
- Chen, N., Roll, R. y Ross, S. A. (1986) "Economic forces and the stock market", *The Journal of Business*, 59(3): 383-403.
- Chen, S. y Jordan, B. D. (1993) "Some empirical tests in the Arbitrage Pricing Theory: Macrovariables vs. derived factors", *Journal of Banking and Finance*, 17(1): 65-89.
- Cheng, A.C.S. (1995) "The UK stock market and economic factors: A new approach", *Journal of Business Finance and Accounting*, 22(1): 129-142.
- Cho, D. C., Elton, E. J. y Gruber, M. J. (1984) "On the robustness of the Roll and Ross Arbitrage Pricing Theory", *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 19(1): 1-10.
- Cho, D. C. y Taylor, W. M. (1987) "The seasonal stability of the factors structure of stock returns", *The Journal of Finance*, 42(5): 1195-1211.

- Christoffersen, P., Ghysels, E. y Swanson, N. R. (2002) "Let's get real about using economic data", *Journal of Empirical Finance*, 9(3): 343-360.
- Clare, A. y Priestley, R. (1998) "Risk factors in the Malaysian stock market", *Pacific-Basin Finance Journal*, 6(1-2): 103-114.
- Clare, A., Priestley, R. y Thomas, S. (1997) "The robustness of the APT to alternative estimators", *Journal of Business Finance and Accounting*, 24(5): 645-655.
- Connor, G. (1995) "The three types of factor models: A comparison of their explanatory power", *Financial Analysts Journal*, 51(3): 42-46.
- Connor, G. y Korajczyk, R. A. (1988) "Risk and return in an equilibrium APT: Application of a new test methodology", *Journal of Financial Economics*, 21(2): 255-289.
- Connor, G. y Korajczyk, R. A. (1993) "A test for the number of factors in an approximate factor model", *The Journal of Finance*, 48(4): 1263-1291.
- Corzo, T. y Martínez-Abascal, E. (1996) "Anomalías en la valoración de activos y CAPM en la Bolsa de Madrid: 1988-1994", IV Foro de Finanzas, Madrid.
- Diacogiannis, G. P. (1986) "Arbitrage Pricing Theory: A critical examination of its empirical applicability for the London Stock Exchange", *Journal of Business Finance and Accounting*, 13(4): 489-504.
- Dhrymes, P. J., Friend, I. y Gultekin, N. B. (1984) "A critical reexamination of the empirical evidence on the Arbitrage Pricing Theory", *The Journal of Finance*, 39(2): 323-346.
- Dhrymes, P. J., Friend, I., Gultekin, M. N. y Gultekin, N. B. (1985) "New tests of the APT and their implications", *The Journal of Finance*, 40(3): 659-674.
- Dybvig, P. H. y Ross, S. A. (1985) "Yes, the APT is testable", *The Journal of Finance*, 40(4): 1173-1188.
- Esteve, J. (1996) "Factores que influyen en la rentabilidad de los Fondos españoles (FIMs y FIAMMs)", IV Foro de Finanzas, Madrid.
- Faff, R. W. (1988) "An empirical test of the Arbitrage Pricing Theory on Australian Stock returns", *Accounting and Finance*, 28(2): 23-43.
- Fama, E. F. y French, K. R. (1992) "The cross-section of expected stock returns", *The Journal of Finance*, 47(2): 427-465.
- Fama, E. F. y French, K. R. (1993) "Common risk factors in the returns on stocks and bonds", *Journal of Financial Economics*, 33(1): 3-56.
- Fama, E. F. y MacBeth, J. (1973) "Risk, return, and equilibrium: empirical tests", *Journal of Political Economy*, 81(3): 607-636.

- García, E., Gil, J. y Rodríguez, G. (2000) *Análisis factorial*, Madrid: Ed. La Muralla, S. A.
- Gehr, A. Jr. (1975) "Some tests of the Arbitrage Pricing Theory", *Journal of the Midwest Finance Association*, 91-105.
- Gómez-Bezares, F. y Larrinaga, M. A. (1998) "Modelos internacionales de valoración de activos. Contratación empírica", VI Foro de Finanzas, Úbeda, 439-456.
- Gómez-Bezares, F., Madariaga, J. A. y Santibáñez, J. (1994) *Valoración de las acciones en la Bolsa Española: Un análisis de la relación entre la rentabilidad y el riesgo*, Ed. Desclee de Brouwer, S. A. Bilbao.
- Groenewold, N. y Fraser, P. (1997) "Share prices and macroeconomic factors", *Journal of Business Finance and Accounting*, 24(9-10): 1367-1383.
- Gultekin, M. N. y Gultekin, N. B. (1987) "Stock returns anomalies and the tests of the APT", *The Journal of Finance*, 42(5): 1213-1224.
- Huang, R. D. y Jo, H. (1995) "Data frequency and the number of factors in stock returns", *The Journal of Banking and Finance*, 19(6): 987-1003.
- Hung, D. C., Shackleton, M. y Xu, X. (2004) "CAPM, higher co-moment and factor models of UK stock returns", *Journal of Business Finance and Accounting*, 31(1-2): 87-112.
- Jones, C. S. (2001) "Extracting factors from heteroskedastic asset returns", *Journal of Financial Economics*, 62(2): 293-325.
- Jordán, L. y García, J. (2003) "Estimación y contraste del modelo APT en los Fondos de Inversión Mobiliaria españoles", *Análisis Financiero*, 89: 22-35.
- Keim, D. B. (1983) "Size-related anomalies and stock return seasonality: Further empirical evidence", *Journal of Financial Economics*, 12(1): 13-32.
- Kim, M. K. y Wu, C. (1987) "Macro-economic factors and stock returns", *The Journal of Business Financial Research*, 10(2): 87-97.
- Koutoulas, G. y Kryzanowski, L. (1996) "Macrofactor conditional volatilities, time varying risk premia and stock return behavior", *The Financial Review*, 31(1): 169-195.
- Kryzanowski, L. y To, M. C. (1983) "General factor models and the structure of security returns", *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 18(1): 31-52.
- Lakonishok, J. y Shapiro, A. C. (1986) "Systematic risk, total risk and size as determinants of stock market returns", *Journal of Banking and Finance*, 10(1): 115-132.

- Lam, K.S.K. (2002) "The relationship between size, book-to-market equity ratio, earnings-price ratio, and return for the Hong Kong stock market", *Global Finance Journal*, 13(2): 163-179.
- Lehmann, B. N. y Modest, D. M. (1988) "The empirical foundations of the Arbitrage Pricing Theory", *Journal of Financial Economics*, 21(2): 213-254.
- Mei, J. (1993) "Explaining the cross-section of returns via a multi-factor APT model", *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 28(3): 331-345.
- Menéndez, S. (2000) "Determinantes fundamentales de la rentabilidad de las acciones", *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 29(106): 1015-1031.
- Nieto, B. (2004) "Evaluating multi-beta pricing models: an empirical analysis with Spanish market data", *Revista de Economía Financiera*, 2: 80-108.
- Nieto, B. y Rubio, G. (2002) "El modelo de valoración con cartera de mercado: una nueva especificación del coeficiente beta", *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 31(113): 697-723.
- Priestley, R. (1996) "The Arbitrage Pricing Theory, macroeconomic and financial factors, and expectations generating processes", *Journal of Banking and Finance*, 20(5): 869-890.
- Rahman, S., Coggin, T. y Lee, C. (1998) "Some tests of the risk-return relationship using alternative Asset Pricing Models and observed expected returns", *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 11(1): 69-91.
- Reinganum, M. R. (1981a) "Misspecification of Capital Asset Pricing", *Journal of Financial Economics*, 9(1): 19-46.
- Reinganum, M. R. (1981b) "The Arbitrage Pricing Theory: Some empirical results", *The Journal of Finance*, 36(2): 313-321.
- Rodríguez, F. (2000) "Influencia de las variaciones no esperadas de variables macroeconómicas en la rentabilidad de los fondos de inversión mobiliaria de renta fija", X Congreso Nacional de ACEDE, Oviedo.
- Roll, R. (1977) "A critique of asset pricing theory's tests", *Journal of Financial Economics*, 4(2): 129-176.
- Roll, R. y Ross, S. A. (1980) "An empirical investigation of the Arbitrage Pricing Theory", *The Journal of Finance*, 35(5): 1073-1103.
- Rosenberg, B., Reid, K. y Lanstein, R. (1985) "Persuasive evidence of market inefficiency", *The Journal of Portfolio Management*, 11(3): 9-16.
- Ross, S. A. (1976) "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing", *Journal of Economic Theory*, 13(3): 341-360.

- Sánchez, C. (1999) *Métodos econométricos*, Barcelona: Ed. Ariel, S. A.
- Shanken, J. (1982) "The arbitrage pricing theory: is it testable?", *The Journal of Finance*, 37(5): 1129-1140.
- Shanken, J. (1985) "Multi-beta CAPM or equilibrium-APT: A reply", *The Journal of Finance*, 40(4): 1189-1196.
- Shanken, J. y Weinstein, M. I. (1990) "Macroeconomic variables and asset pricing: Estimation and tests", Working Paper, University of Rochester.
- Shukla, R. y Trzcinka, C. (1990) "Sequential tests of the Arbitrage Pricing Theory: A comparison of principal components and maximum likelihood factors", *The Journal of Finance*, 45(5): 1541-1564.
- Stattman, D. (1980) "Book values and stock returns", *The Chicago MBA: A Journal of Selected Papers*, 4: 25-45.
- Swoboda, C. (2003) "Teoría del Arbitraje de Precios: Una investigación empírica para la Argentina", III Encuentro Internacional de Finanzas, Santiago de Chile.
- Trzcinka, C. (1986) "On the number of factors in the Arbitrage Pricing Model", *The Journal of Finance*, 41(2): 347-368.
- Yli-Olli, P. y Virtanen, I. (1992) "Some empirical tests of the Theory of Arbitrage Pricing using transformation analysis", *Empirical Economics*, 17(4): 507-522.
- Zhou, G. (1999) "Security factors as linear combination of economic variables", *The Journal of Financial Markets*, 2(4): 403-432.