

**ANÁLISIS DE UNA INVESTIGACIÓN EMPÍRICA SOBRE LA TEORÍA DE  
ARBITRAJE EN LA FIJACIÓN DE PRECIOS**

**ANALYSIS OF EMPIRICAL RESEARCH ON THE ARBITRAGE PRICING  
THEORY (APT)**

**Mtra. Mahiely Balvanera García Cruz<sup>1</sup>**

**Mtra. María Elvira López Parra**

**Mtro. Rodolfo Valenzuela Reynaga**

**Resumen**

En el campo de las Finanzas, uno de los temas de investigación importantes, ha sido la teoría iniciada por Richard Roll and Stephen Ross en 1976, llamada Teoría de Precios de Arbitraje (APT), el cual era un modelo alternativo al Capital Asset Pricing Model (CAPM), modelo introducido por Sharpe, Lintner y Mossin. El APT es similar al CAPM que también es un modelo de valuación de activos en equilibrio, es decir, en un mercado eficiente. El retorno de cualquier activo riesgoso es visto como una combinación lineal de factores, y no tan solo de la tasa de retorno del portafolio de mercado. El objetivo de esta propuesta es analizar esta teoría para que en futuras investigaciones se pueda tener una visión mas amplia al respecto y se puedan tomar las mejores decisiones financieras.

Palabras Clave: APT, CAPM, Análisis Factorial.

**Abstract**

In the field of finance, one of the major research themes, the theory was initiated by Richard Roll and Stephen Ross in 1976, called the Arbitrage Pricing Theory (APT), which was an alternative model to the Capital Asset Pricing Model (CAPM) model introduced by Sharpe, Lintner and Mossin. The APT is similar to the CAPM in that it also is a model of asset pricing in equilibrium, ie in an efficient market. The return of any risky asset is seen as a linear combination of factors, not just the rate of return of market portfolio. The objective of this proposal is to analyze this theory to future research that may have a broader view about it and can make the best financial decisions.

Keywords: APT, CAPM, Factor Analysis.

---

<sup>1</sup> Profesores del Dpto. Contaduría y Finanzas del Instituto Tecnológico de Sonora

## **Introducción**

### **Antecedentes**

Uno de los paradigmas más importantes de las últimas décadas en el ámbito de las finanzas modernas es el Capital Asset Pricing Model, CAPM, desarrollado de forma independiente por Lintner (1965), Sharpe (1963, 1964), Mossin (1966) y por el trabajo no publicado de Treynor. Basándose en la teoría de cartera de Markowitz (1952, 1959), el CAPM es un fundamento importante de la teoría del mercado de capitales siendo el modelo más conocido del equilibrio en dicho mercado. El CAPM considera que el rendimiento de un activo está determinado únicamente por la tasa de interés libre de riesgo y el rendimiento que proporcione un portafolio teórico, llamado de mercado, de acuerdo con la correlación entre la volatilidad del rendimiento del activo y la del rendimiento de ese portafolio.

Es decir, en última instancia es esta volatilidad relativa la que determina la prima por el nivel de riesgo sistemático a que está expuesto el activo; sin embargo, no explica las causas o factores subyacentes que originan dicha correlación. A pesar de que es ampliamente utilizado para la valuación de activos de capital y de que se ha generalizado su uso a otras áreas importantes de las finanzas, tales como la estimación del costo de la estructura de capital o del valor económico agregado de las inversiones corporativas, el CAPM ha sido seriamente cuestionado tanto por sus bases teóricas como por los resultados empíricos que han arrojado las pruebas de su validez.

Así se ha motivado el desarrollo de modelos alternativos basados en más de un factor de riesgo. En particular, destaca el surgimiento de una teoría alternativa: la Arbitraje Pricing Theory, APT, o Teoría de la Valuación por Arbitraje, desarrollada por Ross (1976). Es por ello, por la importancia que tiene esta Teoría para el ámbito financiero, el

indagar sobre esta y sus supuestos y sobre todo lo que se concluye con la comprobación del mismo.

#### Planteamiento del problema

La APT es una alternativa adecuada, ya que coincide perfectamente con lo que parece ser la intuición detrás del CAPM. La APT se basa en un proceso lineal de generación de retorno como un primer principio, y no requiere ninguna utilidad más allá de los supuestos monitividad y concavidad. Tampoco está restringido a un solo período, que se celebrará en el mismo período y multiperiodo de casos. Aunque coherente con todas las recetas para la diversificación de la cartera, sin cartera, desempeña un papel en la APT.

Hay dos grandes diferencias entre la APT y el CAPM. En primer lugar, y más sencillamente, la APT permite algo más que un factor generador. En segundo lugar, la APT, puesto que cualquier muestra que el equilibrio del mercado debe ser compatible con el arbitraje no los beneficios, todo el equilibrio se caracteriza por una relación lineal entre cada activo del rendimiento esperado y su regreso la respuesta de amplitud, o cargas, por los factores comunes. Con pequeñas salvedades, teniendo en cuenta el factor de generación de modelo, la ausencia de lucro exenta de riesgo, el arbitraje, una condición bastante fácil de aceptar a priori lleva de inmediato a la APT.

Su hipótesis y sus consecuencias hacen la APT digno de ser objeto de pruebas empíricas y de varias investigaciones subsecuentes.

#### Justificación

En el amplio campo de las Finanzas, se consideran a los modelos: Capital Asset Pricing Model (CAPM) y la Teoría de Precios de Arbitraje (APT) como una de las más valiosas aportaciones para la valuación de activos en equilibrio, es decir, en un mercado eficiente, en donde el retorno de cualquier activo riesgoso es visto como una

combinación lineal de factores, y no tan solo de la tasa de retorno del portafolio de mercado.

Por lo cual, un análisis de estos modelos, en específico de la Teoría de Precios de Arbitraje (APT) sería de gran importancia por las aportaciones que estos realizaron en sus comprobaciones, información de gran interés para los que están incursionados en el ámbito financiero y que de estos dependen las diversas estrategias a tomar.

### Objetivo

Analizar la Teoría de Precios de Arbitraje (APT), de tal manera que se obtenga una perspectiva empírica de dicha teoría, para que estudios subsecuentes puedan considerar sus pros y contras.

### **Fundamentación teórica**

Para el APT el rendimiento del activo tiene su origen en diversos factores de riesgo, no únicamente en un índice de mercado. En la Teoría de Ross (1976) existen inversionistas que no son ignorables y que consideran que el rendimiento se genera por un modelo de la forma  $X_i = E_i + \beta_{i1} S_{i1} + \dots + \beta_{ik} S_{ik} + \epsilon_i$ , en donde  $X_i$  es el rendimiento total del activo  $i$ ,  $E_i$  es el rendimiento esperado por el inversionista,  $S_i$  es la sorpresa de cada variable,  $\beta_{ik}$  es la magnitud de cada variable  $i$ , que influye en el riesgo sistemático del activo  $k$ , es el riesgo no sistemático inherente de cada activo  $i$ .

El inversionista muestra aversión relativa al riesgo y la información es libre y disponible de forma simultánea por parte de los inversionistas; así también, la relación que establece el APT se mantendrá aún en condiciones de profundo desequilibrio. Asimismo, los inversionistas pueden diferir acerca de cómo se distribuyen las diferentes

variables que intervienen en el APT; sin embargo, esto no viola la condición básica de arbitraje, manteniéndose la relación. No obstante que la teoría Ross es menos restrictiva que la teoría de Sharpe, Lintner Mossin y Treynor, ofrece como problema que no nos dice cuáles son los factores económicos que determinan los rendimientos. Aunque es muy extensa la literatura, tanto teórica como la que reporta resultados empíricos de investigaciones realizadas en varios contextos.

En lo que respecta a este tema tan interesante como es el APT, solo ha sido publicado un estudio empírico, por Gehr. Comenzó con un procedimiento similar al de Ross. Ya que Gehr en su análisis utilizó la industria con 24 individuales y 41 índices de acciones y que han llevado más lejos el análisis de un escenario realmente necesario si las pruebas han de ser definitivas.

Otro estudio empírico en relación con la APT es el documento de Brennan, que aún no se publica. Brennan fue el enfoque a descomponer los residuos de un modelo de mercado de regresión. Se encontraron dos factores presentes en los residuos y concluyó que "el verdadero proceso de generación de rendimiento debe estar representada por al menos un modelo de dos factores, más que por el único factor de diagonal modelo". Escrito antes de la APT, Brennan vio claramente que "no es posible concebir la sección transversal de pruebas de la Capital Asset Pricing Model, ya que sólo en el caso de un único factor de modelo es posible relacionar ex ante y ex post retornos". Por supuesto, la utilidad de APT empírica descansa precisamente en su capacidad para permitir que la sección transversal de tales pruebas si existe un factor o muchos factores.

La posibilidad de generar múltiples factores se ha reconocido desde hace mucho tiempo. Farrar y el rey, por ejemplo, en el factor de métodos analíticos empleados. Su trabajo se centró en la industria y es puro empirismo. Desde la APT no se encontraba disponible para predecir los efectos de la sección transversal de la industria sobre los factores a los

beneficios esperados, por lo cual no se realizaron pruebas para detectar la presencia de tales efectos.

Más recientemente, Rosenberg y Marathe analizaron "fuera de mercado" los componentes de rendimiento. Encuentran empírico inequívoco apoyo a la presencia de tales componentes. Rosenberg y la labor de la Marathe emplea extraños "Descriptor variables" intertemporal para predecir los cambios en los parámetros del CAPM. Afirman que "la idoneidad de los múltiples factores de modelo de seguridad vuelve, con la igualdad de las cargas preestablecidas descriptores, que se opuso a un solo factor o modelo de mercado, está demostrado de manera concluyente". Sin embargo, no conocer las influencias de factores múltiples sobre cada uno de los beneficios esperados, y centrarse en una influencia combinada de mercado de trabajo a través de la cartera. Sin embargo este trabajo no se constituye como una prueba definitiva del APT.

Hay una serie de otros documentos recientes que son más o menos relacionados con éste. En particular, Langetieg, Lee y Vinso, y Meyers contienen pruebas de algo más que un mercado único factor que influye en los retornos.

Sin embargo, parece que hay suficientes pruebas empíricas de los últimos trabajos a la conclusión de que pueden existir múltiples factores en el rendimiento de los procesos de generación de activos. La APT ofrece un sólido marco teórico para determinar si esos factores, si existen, son "precios", es decir, están asociados con las primas de riesgo. El propósito de nuestro trabajo es utilizar el marco de APT para investigar la existencia y las preguntas de fijación de precios.

## **Metodología**

Roll and Ross (1980) estudiaron los rendimientos diarios de 1,260 activos listados en el New York Exchange y el American Stock Exchange del 3 de julio de 1962 al 31 de diciembre de 1972, dividiéndolos en 42 grupos de 30 activos cada grupo. El procedimiento utilizado fue:

1. Para cada grupo determinaron la matriz de covarianzas del rendimiento.
2. Utilizaron un análisis factorial en la matriz de covarianzas para determinar el número de factores y estimarlos.
3. Los factores estimados los usaron posteriormente para explicar la variación del rendimiento esperado de cada activo individual.
4. Determinaron la significancia estadística del premio por el riesgo asociado con el factor estimado.

## **Resultados e implicaciones**

Con la aplicación del modelo en el estudio realizado por Roll and Ross (1980), concluyeron los datos empíricos que se apoya el modelo de APT y validan estadísticamente la existencia de cuatro factores como generadores del rendimiento esperado de los activos. Sin embargo no hacen mención de cuáles son esos factores. También dicen haber encontrado algunas dificultades empíricas que dejan abierta la puerta para investigaciones posteriores. Siendo estas aplicaciones realizadas por Roll and Ross, las ocasionaron que a partir de este se originaran más investigaciones al respecto.

Los datos empíricos apoyan la APT en contra de ambos, sin especificar una alternativa- una prueba muy débil y la alternativa que tiene una varianza propia exposición de efecto

independiente sobre el exceso de rentabilidad. Pero, como se ha destacado, estas pruebas son sólo el principio y debe considerarse desde ese punto de vista.

Por último, por supuesto, un esfuerzo debe dirigirse a la identificación de un conjunto más significativo de suficientes estadísticas de los factores subyacentes. Si bien este no es un componente necesario de las pruebas de la APT, es un interesante y valioso de su propia búsqueda.

La cuestión en todo esto, por supuesto, no es si la APT es verdadera o falsa. Más bien, la pregunta es qué se va a aprender de estas pruebas de lo bien que funciona la teoría de la competencia con alternativas específicas. Está en juego la intuición básica de la APT que la variabilidad sistemática solo afecta a los retornos esperados, y este es el tema central de la moderna teoría de la fijación de precios de activos.

### **Conclusiones**

Para que esta teoría del APT sea cierta, se debe dar competencia perfecta en el mercado y el número de activos debe ser mayor que el número de factores.

Bajo el APT, el inversor observará los valores identificando cuál de ellos está infravalorado y cuál está sobrevalorado. Una vez identificados, el inversor comprará el que tenga menor precio vendiendo el caro. El precio de equilibrio se define como el valor actual de los flujos futuros descontados al rendimiento dado por el APT

El modelo APT, junto con el CAPM, es una de las dos teorías más influyentes en el estudio de la fijación del precio de los activos. El modelo APT difiere del CAPM en que sus supuestos son menos restrictivos; asume que cada inversor tendrá una cartera única con un vector único de betas, contrario a la cartera idéntica al mercado que sugiere el modelo CAPM. En algunos casos se puede considerar que el modelo CAPM es un caso



especial del modelo APT con un único factor, que es el mercado, en el  $\beta_1 = \beta$  y el resto de  $\beta_i = 0$ . Tal y como sucede con el modelo CAPM, los Betas se hallan vía una regresión lineal de los retornos históricos del activo con respecto al factor en cuestión.

Ross no señala cuáles son los factores del modelo. Sin embargo, ha habido una gran cantidad de investigaciones que han probado con una gran diversidad de los mismos: precio del petróleo, mercado, PIB, precio de la vivienda, inflación, tipos de interés reales, cambios inesperados en la producción industrial, ... aunque con poco éxito. Cada empresa tendrá diferentes coeficientes  $\beta_i$ , lo que quiere decir que los factores afectan de distinto modo a la rentabilidad de cada empresa.

La construcción de carteras de la APT es una herramienta útil para la construcción de carteras adaptados a necesidades particulares. Por ejemplo, se supone que una de las principales compañías quería crear una cartera de fondos de pensión de que se choque contra el aislamiento de los precios de su producto. La APT permite que el administrador seleccione una cartera diversificada de las poblaciones que tiene una baja exposición a los choques de inflación (precios del producto están correlacionados con la inflación). Si el CAPM es una "talla única" modelo de inversión, la APT es un "traje hecho a medida". Con el APT, las personas pueden tener y tienen gustos diferentes y la atención más o menos sobre los factores específicos.

Con modelos de APT se pueden ver los efectos de los diferentes escenarios económicos en la cartera de inversiones. Una vez que se calcula el factor beta, se puede describir el cambio esperado en los retornos de seguridad con respecto a los cambios en ese factor. ¿Cómo realizar mi cartera en una recesión? ¿Estoy expuesto a cambios en la curva de rendimiento? Estas son típicas preguntas formuladas para la APT.

## **Referencias**

López, F. & Vásquez, F. (2002). “Un Modelo de la APT en la selección de portafolios accionarios en el mercado mexicano”. *Revista Contaduría y Administración*. Recuperado el 19 de Mayo de 2011. Obtenido de: <http://www.ejournal.unam.mx/rca/206/RCA20602.pdf>

Roll, R., and S. Ross, "An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory," *The Journal of Finance*, December 1980, 1073- 1103.  
Tesis Doctorales de Economía. Recuperado el 19 de Mayo de 2011. Obtenido de: <http://www.eumed.net/tesis/2008/ccg/APT%20Arbitrage%20pricing%20theory.html>

Valls Martínez, M. C (2001). “Las Modernas Teorías Financieras, examen de su aplicación a la valoración de sociedades anónimas que cotizan en bolsa”. Recuperado el 19 de Mayo de 2011. Obtenido de: <http://www.aedem-virtual.com/articulos/iedee/v07/071037.pdf>