

El papel de la aversión al riesgo y del análisis técnico en el comportamiento de los mercados financieros

José A Pascual Rauno¹, Javier Pajares Gutiérrez¹, Adolfo López Paredes¹

¹ Dpto. de Organización de Empresas, Comercialización e Investigación de Mercados. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Valladolid. pascual@eis.uva.es, pajares@eis.uva.es, adolfo@insisoc.org.

Resumen

Empleamos un modelo evolucionista basado en agentes para analizar el papel de la heterogeneidad de los inversores en el comportamiento a nivel agregado de los mercados financieros. En particular, exploramos la influencia de la diversidad en la aversión al riesgo y el papel de la diversidad en las reglas de inversión empleadas por los analistas técnicos. Sugerimos que esta heterogeneidad podría ser la explicación de algunas de las anomalías encontradas en los mercados financieros reales, tales como el exceso de volatilidad, los conglomerados de la misma, la infla y sobre reacción, etc..

Palabras clave: modelado basado en agentes, economía evolucionista, mercados financieros.

1. Introducción

El paradigma tradicional en finanzas asume que los individuos constituyentes del mercado son racionales, maximizadores de funciones de utilidad tipo CARA y con preferencias estables y bien definidas, de manera que toman decisiones óptimas basadas en la información de que disponen.

Las finanzas tradicionales fundamentadas en los pilares de los Principios del arbitraje de Modigliani y Millar (1958), los principios de selección de cartera de Markowitz (1952), la teoría de activos de capital (capital asset theory) de Sharpe (1964), Lintner (1965) y Black (1972), y la teoría de la valoración de opciones de Black y Scholes (1972), y Merton (1973), han resultado muy útiles y convincentes porque emplean y proporcionan una serie de instrumentos muy reducidos para construir una teoría elegante y fácil de entender que da respuesta a muchas de las preguntas relacionadas con el mercado de capitales.

Sin embargo, las teorías propuestas por las finanzas estándar, en ocasiones no son capaces de dar respuesta a algunas interrogantes surgidas a raíz de las evidencias empíricas. De este modo, el enfoque racional propuesto por estas, está siendo cuestionado y substituido en muchos casos por un planteamiento más amplio y realista basado en pautas de comportamiento heterogéneas de los integrantes del mercado. Además, el papel de los inversores que guían sus decisiones por el análisis técnico, bajo la premisa de la eficiencia de los mercados, es ignorado, pues considera que toda la información relevante sobre un activo se encuentra recogida en su precio, siendo imposible predecirlo mediante el análisis de sus históricos. Sin embargo, los inversores reales no presentan la misma aversión al riesgo y los técnicos suelen ser muy activos provocando altos volúmenes y volatilidades.

La motivación de este artículo es la creencia de que la presencia en el mercado de agentes no completamente racionales, tienen un impacto significativo en el comportamiento a nivel agregado de los precios de los activos bursátiles, y que, de esta forma, provocan un excesivo movimiento en precios ocasionando importantes y permanentes desviaciones sobre sus valoraciones tradicionales.

En este artículo, analizaremos el papel de la heterogeneidad en la aversión al riesgo de los agentes, así como la influencia de la presencia en el mercado de agentes de tipo técnico, y la heterogeneidad de las reglas empleadas por ellos (basadas en medias móviles) a través de un modelo basado en agentes que recoge ideas evolucionistas y conductuales. Para ello, ampliamos el modelo inspirado en LeBaron (1999), y el propuesto en Pajares et al. (2001) con la intención de incluir diferentes comportamientos en los inversores: aversión al riesgo cambiante y empleo de reglas basadas en análisis técnico.

Los resultados preliminares sugieren que la heterogeneidad de comportamientos de los inversores puede ayudarnos a entender ciertas anomalías propias de los mercados financieros como el exceso de volatilidad, etc. Sin embargo, será necesario ampliar la investigación, para obtener la validación de los resultados y comprender su significado financiero.

2. Un modelo evolucionista basado en agentes

Hemos ampliado el modelo presentado en Pajares et al (*op.cit*) para poder incluir el grado de heterogeneidad propuesto en la sección anterior. Para ello hemos implementado unos agentes que denominaremos BFAgent2 en los que es posible modificar con facilidad su grado de aversión al riesgo y hemos modificado los agentes tipo TFAgent, convirtiéndoles en analistas técnicos.

A modo de resumen¹, comentaremos que en nuestro modelo se negocia un activo sujeto a riesgo y es posible prestar y pedir prestado dinero al tipo de interés libre de riesgo. Los dividendos pagados por el activo siguen un proceso AR(1). El precio emerge endógenamente de las ofertas de compra/venta de los agentes. Los cuales son:

BFAgents: Este tipo de agentes podrían denominarse agentes fundamentales, puesto que procesan toda la información relevante del mercado y forman expectativas sobre el precio y el dividendo futuro. Basados en estas expectativas, que son corregidas por su confianza en la predicción y su aversión al riesgo, emiten órdenes de compra/venta.

BFAgents2: Son agentes exactamente iguales a los anteriores pero su aversión al riesgo no es igual para todos ellos sino que pueden presentar diferentes grados de aversión (distribuida según una normal o una uniforme).

KTAgents: Estos agentes que podríamos denominar Inversores Psicológicos, presentan un comportamiento muy similar al de los anteriores tipos de agentes pero su aversión al riesgo cambia en función de si experimentan ganancia/pérdida relativa con respecto a una referencia previa (la riqueza media de los últimos diez periodos), como sugieren algunos experimentos de Kahneman y Tversky (1979).

¹ Para más información sobre el modelo consultar Pascual et. Al. (2003, 2004)

TFagents: Los agentes tipo TF o Inversores Técnicos toman sus decisiones usando reglas técnicas. En particular calculan medias móviles de diferentes períodos de duración, y toman los cruces entre ellas como señales de compra/venta.

Dagents: Son unos agentes de comportamiento aleatorio en cuanto a compra y venta.

Las ordenes de compra/venta emitidas por los agentes son enviadas a un agente especialista/subastador que es el encargado de fijar el precio de vaciado del mercado. Las expectativas de los agentes BFagent, BFagent2 y KTagent, evolucionan a lo largo del tiempo mediante un algoritmo genético.

Con este modelo analizaremos los patrones de los precios, volumen negociado, exceso de volatilidad (diferencia entre la volatilidad real y la volatilidad que el mercado debería presentar bajo la hipótesis de expectativas racionales), momentos estadísticos, etc.

3. Heterogeneidad y aversión al riesgo

Exploramos cómo influye la aversión al riesgo en el comportamiento agregado del mercado. Primero, simulamos un mercado formado por agentes tipo BFagent, cuya aversión al riesgo es igual para todos ellos, y presenta un valor de 0.5. Comparamos su evolución cuando todos los inversores presentan la misma aversión y cuando presentan diferentes grados de aversión, manteniendo el resto de parámetros invariables.

En un primer momento nos planteamos la posibilidad de que la aversión al riesgo pudieran tomar tres valores. Para ello al comienzo de la simulación a cada agente tipo BFagent2 se le asigna una aversión al riesgo que podía ser de 0.25; 0.5 ó 0.75, estos valores son distribuidos de manera uniforme.

Tras realizar 10 simulaciones con diferentes semillas, para cada una de las distintas estructuras de mercado, en busca de alguna posible influencia del porcentaje de agentes tipo BFagent2 en el comportamiento a nivel macroeconómico del mercado, se obtuvieron los resultados que se resumen la Tabla 1.

Tabla1. Resumen de resultados. Tres tipos de aversión al riesgo.

Composición del Mercado	Precio medio de mercado (P_t)	Precio medio de Expectativas racionales (P_t^*)	Volumen medio negociado	Exceso de Rendimiento medio (%) $(P_t + d_t - P_{t-1})/P_{t-1} - r$
20bf	82.378	80.022	0.360	2.175
15bf5bf2	83.095	79.928	0.375	2.052
10bf10bf2	83.561	80.048	0.391	2.006
5bf15bf2	83.618	80.086	0.401	2.008
20bf2	84.484	79.923	0.4316	1.852
Composición del mercado	Varianza del precio de mercado	Varianza del precio de expectativas racionales	Exceso de Varianza (%) $[\text{Var}(P_t) - \text{Var}(P_t^*)]/\text{Var}(P_t^*)$	
20bf	58.930	30.607	92.53	
15bf5bf2	57.213	30.417	88.09	
10bf10bf2	56.335	30.294	85.96	
5bf15bf2	53.199	28.644	85.72	
20bf2	61.331	32.425	89.14	

Tras el análisis de los resultados obtenidos, es posible deducir que el aumento de la heterogeneidad en el mercado, entendida esta como la mayor proporción de agentes con diferentes grados de aversión al riesgo, provoca un aumento en el precio medio, así como un mayor volumen negociado y una disminución del exceso de rendimiento con respecto al activo libre de riesgo. Sin embargo no parece existir una influencia clara en la volatilidad del mercado entendida esta como el exceso de varianza del precio con respecto a la varianza del precio surgido del supuesto de expectativas racionales.

A la vista de la Tabla 1. parece que a medida que el número de agentes BFagent2 aumenta la volatilidad disminuye, pero cuando el mercado está compuesto solamente por agentes tipo BFagent2 esta volatilidad es menor. Al comparar de manera separada que diferencias existían en el comportamiento a nivel agregado del mercado cuando el mercado estaba constituido exclusivamente por agentes tipo BFagent o por agentes tipo BFagent2, se desprende que la inclusión de este grado de heterogeneidad, hace que los precios sean más variables y parece afectar al exceso de volatilidad.

Estos resultados produjeron la evolución natural hacia el siguiente paso en nuestro proceso estudio: comparar un mercado constituido completamente por agentes de aversión al riesgo fija con un mercado formado por agentes de aversión al riesgo variable, pero en este caso que la aversión al riesgo variable no quedara limitada a tres posibles valores sino que se ampliara el rango de posibilidades.

Encaminados en este fin, modificamos los agentes tipo BFagent2, de manera que el usuario pudiera elegir si la distribución que seguía el parámetro aversión al riesgo de este tipo de agentes era una normal o bien una uniforme, y que además pudiera elegir el rango de variación, así como el valor medio².

Nos propusimos entonces analizar la influencia que pudiera tener tanto la distribución como el rango de la misma en el comportamiento del mercado, cuando todos los agentes eran de tipo BFagent2 y compararlos con el modelo de partida constituido solamente por agentes tipo BFagent, con aversión al riesgo igual a 0.5 para todos ellos.

De acuerdo con el propósito anterior elegimos diferentes rangos de variación, los cuales son mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2. Distribuciones de la aversión al riesgo simuladas.

Lambda = 0.5	Distribución Normal	Distribución Uniforme
Lambdarange = 0.10	$\lambda \in N(0.5; (0.10/3)^2)$	$\lambda \in U(0.4;0.6)$
Lambdarange = 0.15	$\lambda \in N(0.5; (0.15/3)^2)$	$\lambda \in U(0.35;0.65)$
Lambdarange = 0.25	$\lambda \in N(0.5; (0.25/3)^2)$	$\lambda \in U(0.25;0.75)$
Lambdarange = 0.35	$\lambda \in N(0.5; (0.35/3)^2)$	$\lambda \in U(0.15;0.85)$
Lambdarange = 0.40	$\lambda \in N(0.5; (0.40/3)^2)$	$\lambda \in U(0.1;0.9)$

² El usuario debe elegir el tipo de distribución, el valor medio (*lambda*) y el rango de variación (*lambdarange*) de la misma. Así, si elige una uniforme, con *lambda* 0.5 y *lambdarange* de 0.10 quiere decir que el parámetro de aversión al riesgo será elegido aleatoriamente de una distribución uniforme entre 0.40 y 0.6. Si por el contrario elige una normal, con *lambda* 0.5 y *lambdarange* 0.25, la aversión al riesgo es seleccionada aleatoriamente según una normal de media 0.5 y desviación estándar 0.25/3.

En primer lugar analizaremos la influencia de la distribución uniforme. La Tabla 3. resume los estadísticos más significativos de las simulaciones³.

Tabla 3. Resumen de resultados para la distribución uniforme.

Composición del Mercado	Precio medio de mercado (P_t)	Precio medio de Expectativas racionales (P_t^*)	Volumen medio negociado	Exceso de Rendimiento medio (%)
$\lambda \in U(0.4;0.6)$	82.366	80.240	0.366	2.176
$\lambda \in U(0.35;0.65)$	82.487	80.065	0.368	2.169
$\lambda \in U(0.25;0.75)$	83.550	80.362	0.381	2.070
$\lambda \in U(0.15;0.85)$	84.019	79.984	0.413	1.931
$\lambda \in U(0.1;0.9)$	85.233	80.096	0.452	1.780
Composición del mercado	Varianza del precio de mercado	Varianza del precio de expectativas racionales	Exceso de Varianza (%)	
$\lambda \in U(0.4;0.6)$	57.228	29.306	95.27	
$\lambda \in U(0.35;0.65)$	56.655	29.085	94.78	
$\lambda \in U(0.25;0.75)$	59.019	30.420	94.01	
$\lambda \in U(0.15;0.85)$	57.151	30.121	89.73	
$\lambda \in U(0.1;0.9)$	55.791	30.400	83.52	

A la vista de los resultados se puede apreciar que a medida que se abre la horquilla de variación para la aversión al riesgo de los agentes se produce un ligero aumento del precio medio del mercado, así como del volumen medio negociado en el mismo mientras que el exceso de rendimiento presenta una tendencia descendente del mismo modo que la volatilidad.

La Tabla 4, recoge de forma resumida los resultados obtenidos para la distribución normal. Los mismos son muy similares a los obtenidos para la distribución uniforme.

Tabla 4. Resumen de resultados para la distribución normal.

Composición del Mercado	Precio medio de mercado (P_t)	Precio medio de Expectativas racionales (P_t^*)	Volumen medio negociado	Exceso de Rendimiento medio (%)
$\lambda \in N(0.5; (0.10/3)^2)$	82.244	79.889	0.3562	2.168
$\lambda \in N(0.5; (0.15/3)^2)$	82.636	80.004	0.3666	2.130
$\lambda \in N(0.5; (0.25/3)^2)$	82.855	79.962	0.3799	2.092
$\lambda \in N(0.5; (0.35/3)^2)$	83.048	80.006	0.3832	2.075
$\lambda \in N(0.5; (0.40/3)^2)$	83.546	79.976	0.4079	1.993
Composición del mercado	Varianza del precio de mercado	Varianza del precio de expectativas racionales	Exceso de Varianza (%)	
$\lambda \in N(0.5; (0.10/3)^2)$	57.320	30.469	88.12	
$\lambda \in N(0.5; (0.15/3)^2)$	55.328	30.172	83.37	
$\lambda \in N(0.5; (0.25/3)^2)$	56.420	30.404	85.56	
$\lambda \in N(0.5; (0.35/3)^2)$	58.569	30.423	86.51	
$\lambda \in N(0.5; (0.40/3)^2)$	57.654	30.906	86.54	

³ Para este escenario y todos los demás de este artículo se han realizado 10 simulaciones con diferentes semillas para cada combinación, de manera que las tablas de resultados recogen los valores medios de las mismas.

Posteriormente, y siguiendo con la idea anterior de intentar establecer una relación entre la volatilidad de los precios del mercado y la aversión al riesgo de los agentes, realizaremos una serie de simulaciones en las que los inversores modelados según agentes tipo BFagent, convivirán con unos nuevos inversores, en el sentido de Kahneman y Tversky, cuya aversión al riesgo es función de su percepción sobre la situación en la que se encuentran.

A los agentes así modelados les hemos denominado KTagents. Estos comparan su riqueza actual con la riqueza media de los 10 últimos periodos, y si la primera es inferior a la segunda, que es tomada como referencia, experimentan una pérdida relativa que les conduce a hacerse más adversos ante el riesgo de modo que su aversión se duplica con respecto a la situación en la que la hay una ganancia relativa.

Tras realizar las simulaciones correspondientes, comenzando por un mercado completamente poblado por agentes tipo KTagents, y en el que poco a poco se irá aumentando la proporción de los agentes tipo BFagents, analizamos los resultados obtenidos. Los más significativos han sido recogidos en la Tabla 5.

Tabla 5. Resumen de resultados para los agentes psicológicos.

Composición del Mercado	Precio medio de mercado (P_t)	Precio medio de Expectativas racionales (P_t^*)	Volumen medio negociado	Exceso de Rendimiento medio (%)
20kt	77.699	79.661	0.2910	2.952
5bf15kt	80.021	79.985	0.3454	2.572
10bf10kt	81.634	80.325	0.3743	2.360
15bf5kt	81.703	79.904	0.3676	2.260
20bf	82.378	80.021	0.3601	2.175
Composición del mercado	Varianza del precio de mercado	Varianza del precio de expectativas racionales	Exceso de Varianza (%)	
20kt	98.911	30.667	222.52	
5bf15kt	78.544	31.082	152.69	
10bf10kt	66.613	31.029	114.67	
15bf5kt	59.124	28.347	108.57	
20bf	58.930	30.607	92.53	

Concluimos, a la vista de los mismos, que bajo condiciones de mercado idénticas, en media, los niveles de volatilidad aumentan con respecto a los niveles que obteníamos en los casos anteriores cuando aumenta la proporción de agentes psicológicos. Pero, además, a mayor proporción de estos agentes mayor es la volatilidad, menor el volumen y se observa que los precios medios tienden a disminuir.

Estos resultados previos, puesto que nos encontramos en una fase de experimentación, deberán ser analizados en mayor profundidad, en busca de su causa financiera. Esa será la siguiente etapa de trabajo en nuestra investigación, para ello analizaremos no solo los estadísticos más significativos de los precios, sino que profundizaremos en aspectos como la autocorrelación de los rendimientos (cálculo de la función de autocorrelación de rendimientos y rendimientos al cuadrado) y la correlación de los mismos con el volumen negociado en el mercado, con diferentes retardos. Pero eso formará parte de una fase posterior.

4. El papel del comercio técnico

Ahora analizamos la influencia del comercio técnico. Para ello el mercado estará ahora formado por inversores técnicos y fundamentales.

El comportamiento de los analistas técnicos está basado en medias móviles. Estos calculan una media móvil del precio de periodo corto (MA(l)) y una de periodo largo (MA(h)), entonces compran cuando la MA(l) corta hacia arriba a la MA(h) y vende si cruza hacia abajo. (Ver Figura. 1)

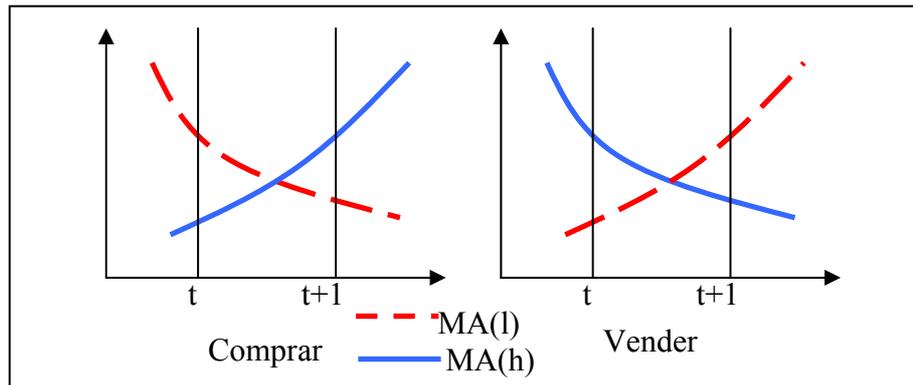


Figura 1. Ordenes de Compra y Venta según Medias Móviles

Para este escenario hemos supuesto que existen 4 tipos distintos de agentes técnicos, cada uno de ellos empleando medias móviles diferentes. El modelo asignará al comienzo de la simulación en tipo de analista técnico de acuerdo a una distribución uniforme. Los tipos implementados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Tipos de Analistas Técnicos según Media Móviles Empleadas.

Tipo de Agente	MA(l)	MA(h)
Tipo 0	3	8
Tipo 1	3	13
Tipo 2	8	21
Tipo 3	21	100

Lo que pretendemos analizar es la influencia de la presencia de estos analistas técnicos (TFagents) en el mercado, por lo que siguiendo el esquema anterior, iremos aumentando la proporción de los BFagents y veremos como afecta a los parámetros más significativos de las series de precios. Los resultados a modo de resumen se recogen en la Tabla 7.

Observamos que a mayor proporción de agentes técnicos, mayor heterogeneidad, mayor es la volatilidad en el mercado y menor el volumen negociado, así como un incremento del precio medio.

Actualmente, estamos analizando estos y otros resultados derivados de las simulaciones, algunos de ellos controvertidos, intentando obtener patrones de comportamiento. No podemos olvidar que nos encontramos en una fase de experimentación, de cuyos resultados esperamos obtener la realimentación necesaria en toda investigación, que impulse la creación del modelo definitivo.

Tabla 7. Resumen de resultados para los agentes técnicos.

Composición del Mercado	Precio medio de mercado	Precio medio de Expectativas racionales	Volumen medio negociado	Exceso de Rendimiento medio
5bf15tf	104,641	80,262	0,3212	0,00026
10bf10tf	103,747	80,070	0,3460	-0,00424
15bf5tf	100,994	79,948	0,3568	-0,00025
20bf	82,396	80,130	0,3621	0,02194
Composición del mercado	Varianza del precio de mercado	Varianza del precio de expectativas racionales	Exceso de Varianza	
5bf15tf	503,994	29,606	16,0230	
10bf10tf	382,260	29,954	11,7615	
15bf5tf	145,360	30,355	3,7886	
20bf	58,670	30,214	0,94181	

5. Conclusiones

Hemos empleado un modelo basado en agentes evolucionista para estudiar como la heterogeneidad de comportamientos de los inversores influye en el funcionamiento a nivel agregado del mercado.

Puntualizamos que nos encontramos en una etapa preliminar de la investigación, lo cual nos llevará a realizar más experimentos en busca de la validación de los resultados, y de la comprensión de su significado financiero.

Con respecto a la presencia de mayor heterogeneidad en el mercado, inducida por la presencia de agentes con diferentes grados de aversión al riesgo, el modelo parece indicar que se produce un ligero aumento del precio medio del mercado y del volumen mientras que el exceso de rendimiento presenta una tendencia descendente del mismo modo que la volatilidad.

Por otro lado, cuando en el mercado, bajo las mismas condiciones de partida, se incorporan agentes psicológicos, a mayor presencia de estos mayor es la volatilidad de los precios, menor el volumen negociado y los precios de tienden a disminuir.

Por último, sugerimos que la presencia de analistas técnicos aumenta la volatilidad, y que el ratio inversores técnicos/fundamentales influye en el volumen y en el exceso de volatilidad. A mayor proporción de inversores técnicos, menor volumen, mayor exceso de volatilidad y ligero descenso del precio. La elevada volatilidad observada cuando la proporción de analistas técnicos es muy alta nos sugiere que su presencia en el mercado no debe ser tan significativa, para futuras investigaciones.

Hemos llegado a una serie de conclusiones previas, sobre la relación heterogeneidad en el mercado y comportamiento del mismo, pero no podemos olvidar que debemos realizarse un esfuerzo investigador para que estos resultados cualitativos tengan una contraprestación cuantitativa, y nos permitan explicar algunos de los patrones de comportamiento observados en los mercados financieros reales.

Referencias

- Black, F., (1972). "Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing", *Journal of Business*, 444-455.
- Black, Fischer and Myron S. Scholes (1972) The valuation of option contracts and a test of market efficiency, *Journal of Finance*, 27 (2), 399–418.
- Kahneman, D., & Tversky, A (1979): "Prospect theory: An analysis of decisions under risk". *Econometrica*, 47, 313-327.
- Lebaron, B., Arthur, W.B. and Palmer, R. (1999): "Time series properties of an artificial stock market". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 23, pp: 1487-1516.
- Lintner, J., (1965). "The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets", *Review of Economics and Statistics*, 74, 13-37.
- Markowitz H, (1952) *Portfolio selection*, *Journal of Finance* 7, pp. 78
- Merton, Robert C. (1973). Theory of rational option pricing, *Bell Journal of Economics and Management Science*, 4 (1), 141-183.
- Modigliani, F., and M. H. Miller, (1958), "The Cost of Capital, Corporation Finance, and the Theory of Investment", *American Economic Review*, 48(3), pp. 261–97.
- Pajares, J., Pascual, J.A., Hernández, C. and López, A. (2003). "A behavioural, evolutionary and generative approach for modelling financial markets". *Second Conference of the European Social Simulation Association (ESSA)*. Groningen. The Netherlands. Sept 2003.
- Pascual, J.A., Pajares, J., López, A. (2004). El Exceso de Volatilidad en los Mercados Financieros: Una Aproximación Generativa-Behavioral . *VIII Congreso de Ingeniería de Organización*
- Pascual, J.A., Pajares, J., López, A. (2003). Mercados Financieros Artificiales un Paso más hacia la Comprensión de los Mercados Financieros Reales *V Congreso de Ingeniería de Organización*
- Sharpe, W.F., (1964). "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk", *Journal of Finance*, 19, 425-442.