

TOMA DE DECISIONES EN MERCADOS NO EFICIENTES: CONSECUENCIAS DE LAS ASIMETRÍAS DE INFORMACIÓN

*María Teresa Casparri¹
Gonzalo Daniel García²*

Bajo el supuesto de mercados eficientes, los agentes del mercado toman decisiones basados en los niveles de riesgo y rendimiento que más prefieren, eligiendo entre los portafolios delineados según los preceptos de Markowitz (efficient portfolios). Sin embargo, cuando los axiomas básicos no se cumplen queda un vacío a llenar en cuanto a cómo se toman esas decisiones. Este trabajo modela las respuestas de los agentes en un mercado financiero frente a la aparición de asimetrías de información (basándose en un modelo de transmisión de la información creado a partir de autómatas celulares).

Para lograr el cometido, los autores utilizan herramientas de la teoría de juegos (juegos bayesianos) para develar las consecuencias de este efecto en las elecciones de los agentes.

INTRODUCCIÓN

La teoría clásica de las finanzas define a los mercados eficientes como aquellos donde toda la información necesaria para valorar activos se encuentra ya en el precio de los mismos. Sin embargo, existen varios trabajos con pruebas empíricas de que bajo ciertas condiciones los mercados se comportan de maneras muy distintas a las estipuladas en la teoría de los Mercados Eficientes. Los autores se enfocarán en el no cumplimiento de uno de estos supuestos: asimetrías de información. Para poder analizar las consecuencias de esta nueva característica, se utilizará una herramienta de la teoría de juegos: los juegos bayesianos.

¹ Profesora Emérita de la Universidad de Buenos Aires. Actuaría, Licenciada en Economía, Contadora Pública Nacional y Dra. en Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas. Directora del Instituto IADCOM; Directora de la Maestría en Gestión Económica y Financiera de Riesgos; Directora del proyecto UBACyT E008 "Evaluación de riesgos económico - financieros del cambio climático en Argentina".

² Becario de Investigación FCE - UBA.

En la primera parte se expondrá brevemente la teoría de los Mercados Eficientes y los supuestos necesarios para su existencia, junto con un modelo de toma de decisiones en el mercado. Luego se mostrará un modelo de transmisión de la información que hace que existan posibilidades de asimetrías de información entre los agentes del mercado. Por último se analizará, desde una perspectiva de la teoría de juegos, cómo deciden los agentes que “juegan” en mercados no eficientes.

1. TEORÍA DE LOS MERCADOS EFICIENTES

En 1965 Paul Samuelson publica el trabajo *“Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly”*, el cual puede ser considerado como el primer eslabón de la teoría de mercados eficientes; en el mismo se presenta un modelo estocástico de variación de precios, con la consecuencia final de que si la información sobre la valuación de los activos es eficiente (igual para todos), entonces es imposible saber a ciencia cierta el valor que tomará el activo [*“los precios de los activos incorporan toda la información y expectativas de los agentes participantes en el mercado”*]. El modelo de Samuelson fue ampliado por Fama (1970) y otros, dando forma a lo que hoy conocemos como “Hipótesis de los Mercados Eficientes”, donde los precios se mueven como martingalas y los precios reflejan toda la información disponible en el mercado sobre los activos. En esta clase de mercados, los agentes no pueden sacar ventajas sobre los demás participantes, ya que si un agente obtiene información adicional sobre un activo, al negociar sobre el mismo (y a través de los mecanismos de oferta y demanda) se modifica el precio, que ahora refleja el verdadero valor.

Esta clase de mercados podrían ser modelados como un juego de la siguiente forma:

Contamos con dos agentes (J_i) que van a negociar sobre un activo que puede cambiar su precio luego de la negociación subiendo o bajando (T_j) (se excluye la posibilidad de que el precio se mantenga constante, para facilitar el análisis), y suponemos que con la misma probabilidad [$\text{Prob}(T_j)=1/2$]. El agente 1 (J_1) puede comprar (C) o vender (V) el activo que tiene en su cartera y el agente 2 (J_2) puede aceptar (A) o rechazar (R) la proposición del otro.

Los posibles tipos del J_1 son que sea un agente con un activo a la baja (T_1) o al alza (T_2), pero no tiene posibilidad de saber su tipo, por lo que cuenta dos conjuntos de información; y como el agente 2 tampoco sabe a priori qué dirección tomará el precio, también cuenta con dos conjuntos de información.

Los pagos asociados a cada perfil de estrategias se muestran a continuación en el juego en forma extensiva: *[Ver gráfico 1 en el apéndice]*

En la representación podemos apreciar que tanto el agente 1 como el agente 2 no saben sus respectivos tipos, y por lo tanto no conocen con precisión los futuros pagos que puedan plantear en su perfil estratégico. También se ve con claridad que las decisiones de los jugadores son un reflejo para los dos tipos T_j .

Al calcular los equilibrios de Nash del juego³, encontramos que no existen en estrategias puras, pero sí en estrategias mixtas, siendo $EN = \{(1/2, 1/2); (1/2, 1/2)\}$; y siendo $E(U_i)=0$, para todo i . Por lo tanto llegamos a la misma conclusión a la que llegan Samuelson y Fama: si el mercado es eficiente y los precios se mueven de manera totalmente aleatoria, entonces ningún agente puede sacar ventajas del mismo.

Por supuesto cabe preguntarse si los mercados presentan estas características.

2. UN MODELO DE TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN

En [7] encontramos un modelo de transmisión de la información entre agentes en un mercado financiero, que utiliza autómatas celulares para lograrlo. El modelo consta de un reticulado donde cada célula del mismo representa un agente, con la posibilidad de estar en alguno de dos estados: conocer la información (E_1) o no conocerla (E_2). La información comienza en algún sitio, producto del azar, y los agentes se transmiten la información según una simple regla: si dos o más vecinos tiene el estado E_1 (conocen la info), entonces el agente pasa a ese estado, si sólo un vecino tiene el estado E_1 , se utiliza una función de probabilidad para saber

³ La representación del juego en su forma extensiva y el cálculo de los equilibrios se realizaron con el software Gambit.

si el agente cambia de estado o no, y si no hay vecinos con estado E_1 , entonces el agente permanece en su estado E_2 .

A través de varias simulaciones, y cambiando algunos parámetros del modelo, los autores del paper llegan a la conclusión de que un mercado en el cual la información se transmita como queda definida en el modelo ("*a/ contacto*"), presenta la característica de que exista una probabilidad de que la info no llegue a todos los agentes de manera automática, presentándose asimetrías en cuanto a la información necesaria para valuar correctamente los activos. Bajo estas circunstancias, existe la posibilidad de arbitrajes en el mercado.

Entonces surge la pregunta de cómo toman decisiones los agentes en un mercado que presenta estas características, y sabiendo ellos que los otros agentes tienen conocimiento de esta estructura del mercado (suponemos que los agentes son racionales, otro supuesto muy debatido en el ambiente académico, pero necesario para utilizar los modelos de teoría de juegos).

3. JUEGOS BAYESIANOS DINÁMICOS

Según [6], "... los juegos bayesianos dinámicos proponen modelizar aquellas situaciones de naturaleza dinámica (primero juega uno de los jugadores, y luego el otro, no es simultáneo) en que cada jugador i tiene un conjunto de acciones disponibles A_i , pero además algunos o todos los jugadores disponen de alguna información privada, y las preferencias (o sea, los pagos finales) de cada jugador dependen, no sólo de las acciones decididas por todos los jugadores, sino también de la información privada de los jugadores". Siguiendo a Harsanyi [4], un juego bayesiano puede ser modelizado introduciendo a la Naturaleza/Azar como un jugador más; el azar asigna aleatoriamente (con una cierta función de probabilidad) los tipos de cada jugador (la información privada efectiva de un jugador i es el tipo, que se denota como t_i). El modelo de Harsanyi permite que los juegos de información incompleta se transformen en juegos de información imperfecta (en el cual la historia del juego no está disponible a todos los jugadores); la incompletitud de información significa que por lo menos un jugador no está seguro del tipo (y por lo tanto de los pagos asociados a las estrategia) del otro jugador.

En teoría de juegos, un Equilibrio de Nash Perfecto en Subjuegos (ENPS) es un refinamiento del EN usado en juegos dinámicos. Un perfil de estrategias es un ENPS si representa un EN para cada subjuego del juego original; o sea, si en cada pequeña parte del juego (subjuego) el comportamiento de los jugadores representa un EN de esa parte, entonces su comportamiento conforma un ENPS. Los ENPS se basan en un criterio de credibilidad, ya que se descartan los EN que están basados en perfiles no creíbles dado un desarrollo temporal del juego. Un método común para determinar este tipo de equilibrios es utilizando "inducción hacia atrás": se empieza desde el último subjuego, se encuentran los equilibrios y se pasa a un subjuego superior teniendo en cuenta el equilibrio antes encontrado.

En un juego no bayesiano, un perfil de estrategias es un Equilibrio de Nash (EN) si cada estrategia en ese perfil es mejor respuesta a toda otra estrategia en el perfil, o sea, no existe otra estrategia que un jugador pueda jugar que ofrezca mayores pagos, dadas las demás estrategias de los otros jugadores. Pero en un juego bayesiano, los jugadores racionales buscan maximizar su pagos esperados, teniendo en cuenta sus creencias sobre los otros jugadores: un Equilibrio de Nash Bayesiano (BNE) se define como un perfil estratégico y creencias específicas de cada jugador sobre los tipos de los demás, que maximiza los pagos esperados buscando ser respuesta óptima teniendo en cuenta las creencias sobre los otros jugadores y sus estrategias.

4. MODELO DE MERCADO NO EFICIENTE

Supongamos un mercado con una estructura de transmisión de la información como la descrita en [7]. En este mercado tenemos 2 agentes (J_1 y J_2), uno de los cuales tiene la posibilidad de conseguir información adicional sobre el activo que van a negociar (con cierta probabilidad q): en este caso se trata de que el activo en cuestión se va a depreciar (podríamos suponer que se trata de acciones sobre una empresa particular, y J_1 sabe con certeza [con probabilidad q] que los resultados de la compañía son menores a los esperado, y por lo tanto cuando se sepa la noticia el mercado [por el mecanismo de oferta y demanda] ajustará el valor de las acciones hacia abajo). Los agentes poseen el mismo conjunto de acciones que en un mercado eficiente $A_1=(C,V)$ $A_2=(A,R)$, pero cambian los tipos y los conjuntos de información (ahora J_1 tiene sólo 1 conjunto); designaremos el tipo 1 (t_1) como el conocimiento cierto de la

baja del activo, y el tipo 2 (t_2) como el desconocimiento de la próxima variación del precio.

El juego comienza con el azar designando el tipo de J_1 con: $\text{Prob}(t_1)=q$ $\text{Prob}(t_2)=1-q$; a diferencia del mercado eficiente, ahora el agente 1 sí sabe qué tipo es, y por lo tanto en el caso de t_1 el agente debería siempre elegir la estrategia vender (V), ya que los pagos asociados a comprar (C) están estrictamente dominados por los de V. Si se presenta el caso de t_2 , el jugador nada conoce sobre el precio futuro del activo, pero sabe que no tiene información adicional y por lo tanto nos encontramos con un desarrollo del juego similar al de un mercado eficiente.

En el gráfico podemos ver el juego en forma extensiva: [*Ver gráfico 2 en el apéndice*]

Los pagos son distintos en los dos tipos porque cuando el agente 1 se encuentra conociendo la info adicional, valora de manera diferente al activo (sabe que vale menos).

Cuando calculamos los equilibrios para este juego en particular⁴ y vemos los pagos esperados correspondientes a las estrategias de equilibrio, nos encontramos con la singularidad de que los pagos correspondientes al agente 1 (que es quien tiene la posibilidad de tener info adicional) son menores (y además negativos) que los del agente 2; por lo tanto, se puede llegar a la conclusión de que obtener información adicional no genera ninguna ganancia, sino pérdidas.

La explicación proviene de que el jugador 2 conoce que el jugador 1 tiene la probabilidad de tener info adicional sobre el activo en cuestión, y que el jugador 1 es racional y maximizador de sus ganancias: entonces si se propone la venta del activo es porque o bien J_1 tiene info adicional y sabe sobre la futura baja del precio del activo o bien J_1 no tiene un mayor conocimiento del mismo, pero sabe sobre las probabilidades de ser de algún t_j ; es así que cuando el tipo es 1, J_2 siempre va a utilizar la estrategia rechazar (R), y el agente 1 va a obtener pagos negativos por no poder deshacerse del activo que va a perder valor. Así es que en la rama del juego de t_1 , el agente 1 consigue pagos negativos, y en la rama de t_2 consigue un pago esperado de 0; finalmente sale perdiendo el jugador que tiene la posibilidad de tener "información interna".

⁴ El valor de $q=0.05$ está tomado de la probabilidad de encontrar asimetrías de información en mercados que se comporten como el descrito por [7].

En el caso de que la info adicional que se tiene es sobre el alza en el precio de un activo, se arriba a los mismos resultados; lo único que se altera es el perfil estratégico de equilibrio, que es exactamente al revés (ya que los pagos entre A y R para cada par C-V se intercambian).

5. CONCLUSIONES

El trabajo demuestra que en mercados no eficientes la supuesta ventaja de obtener información adicional a la que tiene el mercado en general no genera beneficio alguno, sino más bien pérdidas, como consecuencia de la actitud racional de los demás agentes y el conocimiento de la estructura de distribución de la información. Bajo los supuestos establecidos, es mejor que el mercado se comporte de manera eficiente (con los precios reflejando toda la información disponible), para de esa manera obtener beneficios esperados neutros. Además prueba que los mercados eficientes no ofrecen posibilidades de arbitraje significativas (ya que en promedio no existen ganancias para ninguno de los participantes).

Sin embargo sería interesante ver las consecuencias en la toma de decisiones que se deriven de no utilizar el modelo de expectativas racionales, y usar, en cambio, algún modelo de racionalidad limitada; sobretodo para ver si los agentes con información adicional siguen obteniendo pérdidas o pasan a obtener beneficios esperados positivos, y con un margen superior al del mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Samuelson, P. A. (1965): *Proof that Properly Anticipated Prices Fluctuate Randomly*. Industrial Management Review, 6:2, 41-49.
- [2] Fama, E. F. (1970): *Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work*. Journal of Finance, 25:2, 383-417.
- [3] Harsanyi, J. C. (1966): *A General Theory of Rational Behavior in Game Situations*. Econometrica, 34:3, 613-634.
- [4] Harsanyi, J. C. (1995); *Games with Incomplete Information*. The American Economic Review, 85:3, 291-303.

- [5] Akerlof, G. A. (1970): *The Market for 'Lemons': Quality Uncertainty and the Market Mechanism*. The Quarterly Journal of Economics, 84:3, 488-500.
- [6] Pérez Navarro, J., Jimeno Pastor, J. L., Cerdá Tena, E. (2004): *Teoría de Juegos*. 1ª Edición. Editorial Pearson Prentice Hall. Madrid, España.
- [7] Garcia, G. D., Garnica Hervas, J. R., Maurette, M. (2009): "Modelo de Transmisión de Información en el Mercado Financiero", III Seminario Nacional de Investigación en Modelos Financieros, Agosto de 2009, Facultad de Ciencias Económicas de la UBA, Buenos Aires.
- [8] McKelvey, R. D., McLennan, A. M., Turocy, T. L. (2007): "*Gambit: Software Tools for Game Theory, Version 0.2007.12.04*". <http://www.gambit-project.org>
- [9] Osborne, M. J., Rubinstein, A. (1994). *A Course in Game Theory*. 1ª edición. The MIT Press. New York, USA.

APÉNDICE (GRÁFICOS)

Gráfico 1. Juego de mercado eficiente

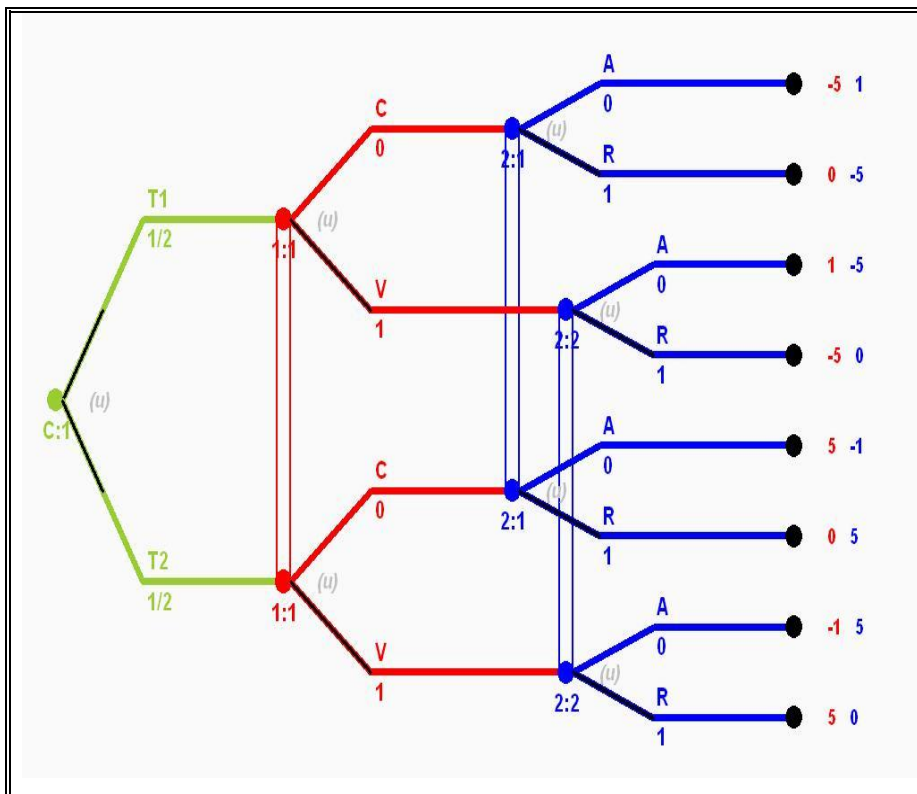


Gráfico 2. Juego de mercado ineficiente

