

LA EFICIENCIA EN EL MERCADO BURSÁTIL ESPAÑOL ¹

por Fernando Gómez-Bezares, José Antonio Madariaga y José Vicente Ugarte
Publicado en *Actualidad Financiera*, nº 42, Noviembre, 1.988, págs. 2238-2250

1.- INTRODUCCION

Los mercados bursátiles van adquiriendo una importancia cada vez mayor dentro de la economía, siendo creciente el número de interesados en su funcionamiento. Centrándonos en el mercado de capitales, las bolsas de valores tienen una creciente actualidad. Empresas especializadas se dirigen al mercado a demandar fondos o a invertirlos, también los particulares han acudido frecuentemente a rentabilizar su dinero. Por todo lo anterior, este estudio sobre la eficiencia del mercado bursátil creemos que tendrá interés para un amplio sector del público.

La primera pregunta que nos haremos será el propio concepto de eficiencia y su utilidad. Es importante que el mercado sea eficiente, pero, además, el saberlo resulta de gran interés para el que actúa en la bolsa. En segundo lugar probaremos la eficiencia del mercado bursátil español, en la que se denomina forma débil, utilizando una metodología basada en el análisis Box - Jenkins.

Este artículo creemos que puede resultar de gran interés para personas que, con diferente formación, actúan en la bolsa. Por ello trataremos al principio de explicar los conceptos y las conclusiones, dejando para el final una descripción más detallada de la metodología utilizada, esto último más dirigido al especialista.

2.- EL CONCEPTO DE EFICIENCIA

Para Fama (1970) el mercado cuyos precios siempre reflejan la información disponible se denomina *eficiente*. Según esto, los precios de los valores que cotizan en una bolsa "eficiente"

¹ Este estudio ha sido realizado con la financiación de la Fundación Gangoiti.

reflejarán toda la información referente a dichos valores; visto de otra forma, un mercado eficiente valorará de forma adecuada los títulos que en él se cotizan. De esta manera el mercado guía correctamente la asignación de los recursos, indicando a los agentes cuáles deben ser sus decisiones de inversión.

En muchas ocasiones expertos en estadística y en economía han tratado (y todavía tratan) de sacar rentabilidad a sus conocimientos mediante la especulación en bolsa. Si lográramos predecir el comportamiento de los precios de los valores, podríamos enriquecernos fácilmente; veámoslo con un ejemplo: Si yo compruebo que los precios suben siempre a fin de año (lo que pudiera suceder si los inversores trataran en esas fechas de completar sus carteras) para bajar en Enero, sería muy fácil enriquecerse vendiendo en Diciembre para comprar al comienzo del año siguiente. El propio funcionamiento del mercado hará que esta posibilidad de enriquecimiento vaya disminuyendo hasta casi desaparecer; en efecto, los agentes que actúan en el mercado, al darse cuenta de esta ineficiencia, venderán grandes cantidades de títulos en Diciembre para volver a comprarlos en Enero, con lo que presionarán a la baja los precios en el mes que éstos están altos y al alza en el que están bajos, hasta lograr hacer desaparecer la anomalía. Nadie debe pensar que los agentes económicos luchan por que el mercado sea eficiente, pero su actuación al descubrir ineficiencias consigue que éstas desaparezcan.

Cuando un mercado es eficiente hemos dicho que toda la información está contenida en los precios, en consecuencia, los agentes no pueden usar tal información para conseguir rentabilidades extraordinarias (que superen la rentabilidad normal del inversor). En nuestro ejemplo anterior, mientras se mantenga la ineficiencia de que los precios suben en Diciembre, los agentes que lo saben pueden obtener rentabilidades extraordinarias, cuando eso se corrija, ya no podrán obtener tales rentabilidades.

Hemos visto antes un ejemplo muy sencillo donde analizando una determinada información se conseguía una rentabilidad extraordinaria y cómo esto era corregido por el propio mercado. Es importante comprender que lo mismo sucede con informaciones más complejas. Supongamos que se comprobara que el mercado español se ve afectado por informaciones internacionales (déficit comercial de Estados Unidos, marcha de la economía del Japón, evolución de los precios del petróleo...) de manera exagerada, y así, a los pocos días rectifica una parte de su variación (si, p.ej., ha bajado un 6%, pronto sube hasta dejar la bajada en un 4%). Esto representa una ineficiencia, pues los títulos son castigados (o premiados) más de lo que sería lógico por la variación de las expectativas, quizá por el "susto", como sucedió, al menos en parte, en Octubre de 1987. Los agentes que observen esta anomalía, esta ineficiencia, ante una bajada de las características comentadas adelantarán sus compras y retrasarán sus ventas. Si son muchos los agentes que así actúan, la ineficiencia acabará por corregirse, volviendo los valores a reflejar "adecuadamente" la información disponible.

En un mercado eficiente los títulos estarán correctamente valorados, al rededor de lo que se suele denominar el valor intrínseco, que es como decir que se valoran en función de lo que se puede esperar de ellos. Así las acciones de una empresa tendrán el valor que corresponda a la marcha de dicha empresa, a sus expectativas de beneficios, riesgo que corre... Para que un mercado sea eficiente es necesario, paradójicamente, que los que actúan en él, al menos una parte importante de ellos, crean que no lo es y traten de aprovechar oportunidades de enriquecerse, analizando para ello la información disponible con la esperanza de vender a un

precio más alto que el intrínseco o comprar a uno más bajo (véase por ejemplo Lorie, Dodd y Hamilton, 1985); de esta manera consiguen que la cotización se centre en el valor intrínseco.

La existencia de pequeñas ineficiencias (éstas siempre las hay), justifica el que los analistas estudien métodos cada vez más sofisticados para sacar partido a la información disponible, tratando de obtener rentabilidades extraordinarias; pero su propia actuación hace cada vez más difícil obtener tales rentabilidades, llegando a conseguirse un mercado eficiente. El que esto se dé tiene una importancia capital para el inversor, que puede invertir sin preocuparse demasiado pues los títulos estarán bien valorados, bastándole normalmente con hacerlo en una cartera bien diversificada.

3.- LAS CLASES DE EFICIENCIA

Roberts distingue tres tipos de eficiencia (véase Brealey y Myers, 1988, pág. 297, donde se cita el trabajo inédito de Roberts, 1967):

- *Eficiencia débil*; es cuando el precio refleja toda la información histórica, las series de datos históricos no contienen información que pueda ser usada para obtener rentabilidades extraordinarias.
- *Eficiencia semifuerte*; cuando el precio refleja toda la información pública, tal es el caso del anuncio de los beneficios anuales o de los tipos de interés. En este caso sólo sería posible obtener rentabilidades extraordinarias mediante la utilización de informaciones privilegiadas, si éstas existen.
- *Eficiencia fuerte*; el precio refleja toda la información existente, en tal caso nadie puede obtener una rentabilidad extraordinaria mediante la utilización de informaciones privilegiadas, bien porque no existen, bien porque son públicas.

Resumiendo, un mercado es eficiente, cuando utilizando información no podemos lograr rentabilidades extraordinarias por estar esa información contenida en el precio. Veamos algunos ejemplos:

Si los precios de un valor se mantienen estables y suben sistemáticamente todos los años en la misma fecha, por ejemplo cuando se publica la memoria de la empresa, los especuladores podrán comprar antes de la subida y vender después, obteniendo rentabilidades extraordinarias. No todos los años ganarán lo mismo, algunos podrán perder, pero aplicando esa política normalmente ganarán y consecuentemente la aplicarán. Si esto sucede el mercado no será eficiente en su forma débil, pues el uso de la información histórica permite obtener rentabilidades extraordinarias. Pero, tal como antes comentábamos, será precisamente la actuación de los que no creen en la eficiencia la que propiciará que ésta se cumpla; la actuación generalizada de especuladores en el sentido expuesto llevará a que los precios suban antes de la publicación de la memoria y bajen después de ella, con el tiempo esta irregularidad se irá mitigando y se dará una subida paulatina que es lo que aconseja la marcha de la empresa.

El denominado *análisis técnico* trata de aprovechar la información histórica mediante el uso de sistemas como gráficos, filtros, etc. Si la eficiencia débil se da, estos sistemas carecen de fundamento.

Si el mercado utiliza incorrectamente la información pública, o no la utiliza, nos encontraremos ante una situación de ineficiencia semifuerte. Supongamos que una empresa hace público que va a cambiar el sistema de valoración de sus activos (sin que esto tenga incidencia fiscal), evidentemente esto no afectará a las expectativas de flujos de caja a recibir por los accionistas, luego no debe afectar a la valoración de las acciones (bastante similares a este caso son las ampliaciones de capital con cargo a reservas, los dividendos en acciones, etc.); si lo hace habrá una ineficiencia. Lo mismo sucede si no utiliza correctamente informaciones que sí afectan (p.ej. una variación en los precios del petróleo). Tales ineficiencias permitirán a los que se den cuenta de ellas obtener rentabilidades extraordinarias, y si son muchos llevarán al mercado hacia la eficiencia.

Cuando se pueden obtener informaciones privilegiadas y con ellas lograr rentabilidades extraordinarias, nos encontramos ante una ineficiencia en su sentido fuerte. Pensemos en las carteras gestionadas por profesionales, éstos normalmente poseen informaciones que no llegan al público general. Si el precio no tiene en cuenta tales informaciones, se pueden lograr rentabilidades extraordinarias, y esas carteras serán más rentables que la media del mercado. Sólo si tal tipo de información llega a mucha gente será posible que el juego del mercado lleve a éste a la eficiencia en su forma fuerte. Como esto es difícil suele regularse la utilización de la información privilegiada (sobre el “insider trading” véase Mora del Río, 1988).

4.- ¿SE DA LA EFICIENCIA?

Comencemos este punto con un comentario sobre las condiciones para que se dé la eficiencia. Fama (1970) comenta que son condiciones *suficientes*:

- que no haya costes de transacción,
- toda la información disponible puede ser libremente utilizada por los participantes en el mercado,
- existe acuerdo sobre las implicaciones que la información tiene sobre el precio actual y distribución de los precios futuros de cada valor.

Pero la pérdida de alguna de estas condiciones tampoco garantiza la pérdida de la eficiencia, son suficientes pero no necesarias. La existencia de elevados costes de transacción puede inhibir el flujo de transacciones, pero eso no quiere decir que cuando éstas se producen, los precios no reflejen la información disponible. Las otras dos condiciones también pueden relajarse, al menos parcialmente; así será válido con que una mayoría suficiente las cumpla.

En los mercados habituales existen costes de transacción, pero no muy elevados; no parece que deba haber problemas en este sentido. Lo que parece claro es que la información no es gratuita, pues los analistas de inversiones gastan cantidades importantes en el estudio de cuáles son los valores más interesantes. Esto último tampoco es un problema grave para la existencia de eficiencia, siempre que no se obtengan beneficios extraordinarios, lo que significa que la rentabilidad de los analistas, neta de costes, es cero.

Lo realmente importante no es hasta qué punto se cumplen las condiciones, pues sabemos que en parte sí y en parte no, sino comprobar si las conclusiones son o no coherentes con la realidad. Lo que se trata es de saber si los mercados se comportan eficientemente. Ha habido multitud de estudios sobre el tema y no vamos a hacer aquí un repaso de la literatura sobre contrastes de los tres tipos de eficiencia; un buen resumen puede verse en Fama (1970) y, más actualizado, en Copeland y Weston (1988, caps. 10 y 11). Comentaremos sólo las conclusiones más destacadas, y entendiendo que nos referimos a los grandes mercados del mundo (como el de Nueva York), que es donde se han hecho la mayoría de los estudios.

Tanto para el caso de la eficiencia débil como en el de la semifuerte, se suele aceptar que ambas se cumplen. Algo más conflictivo es el caso de la fuerte, bastantes autores sostienen que hay operadores en el mercado que poseen información privilegiada, pero los test realizados no ponen de manifiesto que así se pueda conseguir una clara rentabilidad extraordinaria; luego incluso en este último caso podemos aceptar una eficiencia “suficientemente” alta.

En el caso español los estudios realizados confirman normalmente la eficiencia débil, si bien con algunas reservas, habiendo más dudas sobre la semifuerte y la fuerte, de todas formas el número de estudios es reducido para sacar conclusiones claras (véase Mateos-Aparicio, 1977, Pérez Gorostegui, 1982, y Bergés, 1984).

Quiero terminar este punto con una pequeña reflexión. La idea de la eficiencia creo que es clara y de gran utilidad; personalmente entiendo que es una idea central de las modernas finanzas, sólo si los mercados son eficientes se pueden aceptar los actuales desarrollos teóricos, y, todavía más importante, sólo si los mercados son eficientes se puede aceptar el mercado como sistema eficiente de asignación de recursos. Para el inversor, el que el mercado sea eficiente le garantiza que no va a pagar más ni menos de lo que los títulos realmente valen. Por fortuna los estudios empíricos corroboran la existencia de eficiencia, habiendo pocos conceptos económicos tan estudiados y contrastados en la práctica. Y, sin embargo, siempre queda una duda, pues muchos piensan que el mercado no es eficiente. Así expertos bursátiles siguen utilizando el análisis técnico (rechazado por la hipótesis débil) como máximo exponente de la poca fe en la eficiencia. Parece también claro que los comportamientos del mercado bursátil ante ampliaciones, aumentos del nominal, etc., al menos en el mercado español, son también muestras de ineficiencia. En último lugar, y por no poner demasiados ejemplos, casi nadie duda de la existencia de informaciones privilegiadas (véase Urquijo, 1987, pág. 340).

Se pueden buscar explicaciones a estos hechos (véanse algunos comentarios sobre todo esto en Gómez-Bezares, 1988), así el comportamiento ante las ampliaciones ha sido justificado porque éstas pueden anunciar un crecimiento en los dividendos. Quizá otros comportamientos que hoy juzgamos de ineficientes puedan ser explicados en el futuro conforme vaya

aumentando nuestro conocimiento del mercado. La situación actual la podríamos resumir diciendo:

- la mayoría de los estudios empíricos validan la existencia de eficiencia,
- la mayoría de los prácticos no se la creen, y señalan hechos que contradicen las hipótesis de eficiencia,
- sin embargo no se ha logrado una estrategia comprobable para obtener resultados claramente mejores que manteniendo una cartera al azar.

De todo esto concluyo que hay mucha más eficiencia que la que los prácticos creen, si bien nos quedan por explicar algunos comportamientos, que yo calificaría de “aparentemente” ineficientes.

5.- NUESTRO ESTUDIO

Hemos tratado de contrastar la eficiencia en su forma débil para el caso del mercado español, entre los años 1970 y 1985 (a partir de este momento parece que se dan cambios estructurales, lo que podrá ser analizado dentro de unos años). La idea es muy simple: Tomando datos mensuales de cotizaciones, dividendos y derechos de ampliación, hemos estudiado si era posible modelizar el comportamiento de las rentabilidades para, según las informaciones del pasado, obtener rentabilidades extraordinarias en periodos futuros. Para que esto se dé es preciso que el comportamiento en un periodo, se repita en periodos futuros. Los resultados son claros: “O los comportamientos son totalmente aleatorios, o no hay una repetición de tales comportamientos que permita la obtención de las citadas rentabilidades extraordinarias”.

Esto lo hemos hecho para las acciones más importantes y con datos mensuales, basándonos en la metodología de Box-Jenkins. Lo más interesante, a nuestro entender, es que no nos hemos limitado a constatar si se dan autocorrelaciones, sino a ver si con las que se daban era posible construir un modelo con los datos de un periodo, que sirviera para predecir en el siguiente. Esto, al resultar imposible con la técnica utilizada, confirma la eficiencia débil. Quizá con otros datos u otras técnicas se puedan obtener otros resultados.

A continuación veremos un resumen de la técnica Box-Jenkins, y de cómo la hemos aplicado a nuestro caso; terminando con una breve exposición de los resultados alcanzados.

6.- EL ANALISIS DE SERIES TEMPORALES

Hemos visto cómo el concepto de eficiencia del mercado, está estrechamente ligado con la capacidad de predecir el comportamiento futuro de una acción, para poder sacar de él alguna ventaja diferencial, es decir, una rentabilidad extraordinaria. En concreto, la eficiencia débil se

relacionaba con la posibilidad de predicción de la evolución de una acción, a partir de los datos históricos de la propia acción. Esto es lo que en estadística se conoce como *análisis univariante de series temporales*. Este análisis parte de la observación de los resultados pasados de la variable, tratando de buscar un modelo que explique el comportamiento sistemático (si existe) de la misma, para así extrapolar sus resultados y poder predecir su comportamiento futuro (principalmente a corto plazo).

La aplicación de diferentes técnicas estadísticas de análisis de series temporales ha sido extensa en economía, siendo, tal vez, el estudio de la evolución de las acciones en bolsa donde mayores esfuerzos se han realizado. Por otro lado, en la última década, el avance de la teoría estadística en lo referente a las técnicas de análisis de series temporales, ha sido grande. Partiendo de los modelos clásicos de estudio, se han desarrollado otros nuevos, con una base estadística más sólida. El gran salto en el estudio de las series temporales se produjo en 1976, con la publicación del libro "Time Series Analysis: Forecasting and Control" de los autores G.E.P. Box y G.M. Jenkins. Su aparición supuso el nacimiento de la *metodología Box-Jenkins*. Esta metodología ha demostrado ya grandes resultados en su aplicación a los diferentes campos del análisis económico. Veamos a continuación cuáles son las ideas básicas que plantea.

6.1.- La metodología Box-Jenkins

Lo que Box y Jenkins (1976) plantearon no fue un único modelo de serie temporal, sino toda una familia de ellos que pudiesen ajustarse para explicar la evolución de una variable a lo largo del tiempo. Son los denominados modelos ARIMA.

Partiendo de la definición de esta familia de modelos, la metodología Box-Jenkins sigue un proceso que consta de cuatro fases:

- 1.- Identificación: Se trata de elegir uno o varios modelos ARIMA como posibles candidatos para explicar el comportamiento de la serie.
- 2.- Estimación: Se realiza la estimación de los parámetros de los modelos seleccionados.
- 3.- Diagnóstico: Se comprueba la adecuación de cada uno de los modelos estimados y se determina cuál es el más idóneo.
- 4.- Predicción: Si el modelo elegido es satisfactorio se realizan las predicciones de la variable.

Se trata pues de un procedimiento iterativo de prueba y error, hasta lograr encontrar un modelo que nos satisfaga plenamente.

¿Cuáles son las ventajas de este método frente a los métodos tradicionales?. Pankratz (1983) señala tres ventajas que justifican y aconsejan la utilización de los modelos ARIMA: En primer lugar, los métodos tradicionales son, en su mayor parte, modelos "ad hoc" o intuitivos,

sin un fundamento sólido de estadística matemática y teoría de la probabilidad. En segundo lugar, los modelos ARIMA, como hemos dicho, no son un único modelo sino una familia completa de posibles modelos. Por último, se puede demostrar que un modelo ARIMA adecuado produce las predicciones óptimas, es decir, ningún otro modelo univariante consigue predicciones con menor error medio cuadrático.

6.2.- Condiciones de estacionariedad. Series analizadas

La metodología Box-Jenkins requiere que la serie temporal que estamos analizando cumpla unas hipótesis de partida denominadas *condiciones de estacionariedad*. Estas hipótesis son tres:

- 1.- Promedio constante.
- 2.- Varianza constante.
- 3.- Estructura de autocorrelaciones constante.

La clave de la posibilidad de aplicar los modelos Box-Jenkins estriba en que la serie temporal observada cumpla estas condiciones o, si no es así, lograr su transformación en otra que sí lo haga. Este proceso de transformación adquiere por lo tanto una importancia vital en nuestro análisis.

El conocimiento que tenemos sobre la evolución de las cotizaciones nos demuestra que la serie original de *índice de cotización* (C_t) no cumple las dos primeras condiciones de estacionariedad. Si representamos gráficamente la evolución del índice de cotización y dividimos la serie en varios periodos podemos observar que los promedios y las varianzas son diferentes en cada uno de ellos. Hay periodos de tiempo que muestran niveles de cotización, en general, más elevados y otros más bajos. Además, normalmente, los periodos de cotizaciones altas muestran variabilidades mayores en el índice.

Este incumplimiento de las dos primeras hipótesis obliga a una transformación de la serie original de cotizaciones. La metodología Box-Jenkins propone como medio la diferenciación sucesiva de la serie. Realizando una diferenciación de primer orden se obtiene una serie de incrementos de cotización ($C_t - C_{t-1}$) que sí parece tener promedio constante, pero no elude el problema de la varianza. Surge entonces la idea de realizar incrementos relativos o porcentuales en la cotización ($(C_t/C_{t-1}) \times 100$). De esta manera, la serie obtenida sí cumple las dos hipótesis de promedio y varianza constante.

Esta idea podemos interpretarla rápidamente en términos económicos si la completamos con dos elementos distorsionadores de la evolución de la cotización: los dividendos y las ampliaciones de capital. Decimos distorsionadores en el sentido de que la cotización puede recoger una elevación o una baja en su valor por efecto de la entrega de dividendos o el cobro de derechos en ampliaciones. Si corregimos el resultado anterior con estos dos elementos, obtenemos lo que conocemos como *rentabilidad de la acción*:

$$R_t = (C_t - C_{t-1} + D_t + d_t)/C_{t-1}$$

Siendo:

R_t	rentabilidad de la acción
C_t	cotización final
C_{t-1}	cotización inicial
D_t	dividendo cobrado (si lo hubiere)
d_t	valor del derecho (si lo hubiere)

Podemos hacer una última corrección. El efecto que tienen las rentabilidades no tiene carácter aditivo sino multiplicativo. La rentabilidad de un periodo se acumula con la rentabilidad del periodo anterior de manera multiplicativa, de tal forma que la rentabilidad conseguida durante “n” periodos consecutivos es producto de las “n” obtenidas en cada uno de ellos, de la siguiente manera:

$$(1+R_{1,n}) = (1+R_1).(1+R_2)...(1+R_n)$$

Para conseguir transformar el modelo multiplicativo en aditivo, lo que haremos será tomar como serie a analizar el logaritmo neperiano de uno más la rentabilidad (en tanto por uno):

$$\ln(1+R_{1,n}) = \ln(1+R_1) + \ln(1+R_2) + \dots + \ln(1+R_n)$$

Esta serie de logaritmos de rentabilidades es la que nosotros consideramos adecuada para ser analizada mediante los modelos ARIMA. De todas formas, dada la abundante literatura que así lo hace, también realizaremos el estudio de los índices de cotización mediante diferenciación de primer grado.

Respecto de la tercera condición de estacionariedad no resulta fácil observar gráficamente su incumplimiento y su tratamiento estadístico no está solucionado por lo que vamos a considerar, inicialmente, que sí se cumple. Al hablar de la predicción volveremos sobre ella.

6.3.- La predicción del futuro

El objetivo final del análisis de series temporales es predecir los resultados futuros de la variable, en nuestro caso la evolución de la acción. Una vez elegido un modelo ARIMA que, con unos parámetros estimados, comprobamos que explica adecuadamente el comportamiento pasado de la acción; la predicción consiste sencillamente en extrapolar estos resultados a nuevos periodos de tiempo.

Toda predicción que hagamos con cualquier modelo econométrico se basa en una hipótesis fundamental que podemos resumir diciendo: *no se producen cambios estructurales*. Esto

significa que el modelo que ha explicado en el pasado el comportamiento de la variable, sigue siendo válido, con los mismos valores de los parámetros, en el futuro. En esta hipótesis se halla la clave del problema; si por alguna razón cambiasen de manera significativa las condiciones del mercado u otro factor importante del mismo, esto podría suponer una alteración del modelo que explica la evolución de la acción. Entonces el modelo observado en el pasado no serviría para predecir el futuro de la acción.

La condición de que no existan cambios estructurales en la serie que analizamos, tiene estrecha relación con la hipótesis de estacionariedad que plantean los modelos Box-Jenkins. En concreto, la tercera condición exigía una *estructura de autocorrelaciones constante*. Esto asegura que el modelo ARIMA que explica el comportamiento de la serie es único en todo el horizonte que estamos considerando.

El problema de los cambios estructurales es que resulta difícil saber cuándo se producirán y, en consecuencia, determinar cuándo el modelo pasado deja de ser válido. Por otro lado, la existencia de frecuentes cambios estructurales hace imposible la predicción. ¿Cómo contrastar estadísticamente la existencia o inexistencia de cambios estructurales?. Podemos hacer una comprobación a posteriori con los datos históricos, mediante el siguiente procedimiento: No resulta difícil determinar, aproximadamente, en qué fecha del pasado pudo producirse un cambio en el comportamiento de las acciones. Este momento del tiempo nos divide la serie histórica en dos etapas que analizaremos por separado, llegando a dos modelos, uno para cada etapa. Si ambos modelos coinciden no hay razones para afirmar la existencia de cambio estructural; sin embargo, cuando los modelos difieran entre las dos etapas, estaremos corroborando la existencia del cambio.

En definitiva, para que la metodología Box-Jenkins sirva para predecir la evolución futura de una acción, no basta con encontrar y estimar un modelo ARIMA que sea adecuado para explicar el pasado más reciente de la acción, sino que es necesario contrastar que ese modelo de comportamiento no ha cambiado a lo largo del tiempo.

7.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE NUESTRO ESTUDIO

Tomando como criterio de selección el volumen de contratación en bolsa, se han escogido los siguientes doce valores, que figuran entre los de mayor volumen en el periodo 1978-1986:

BANCO DE BILBAO
BANCO CENTRAL
BANCO DE VIZCAYA
BANCO ESPAÑOL DE CREDITO
BANCO DE SANTANDER
TELEFONICA
COMPAÑIA ESPAÑOLA DE PETROLEOS
UNION DE EXPLOSIVOS RIO-TINTO

SEVILLANA DE ELECTRICIDAD
 UNION ELECTRICA FENOSA
 IBERDUERO
 HIDROELECTRICA ESPAÑOLA

De ellos se han seleccionado para el periodo 1970-1985 las *Cotizaciones* de fin de mes, los *Dividendos* brutos y el valor medio del *Derecho*; estos datos provienen de las Agendas Financieras del Banco de Bilbao y del servicio de bolsa del mismo banco.

El objetivo de tomar datos comprendidos entre ambas fechas es abarcar dos periodos diferentes en cuanto al comportamiento de la bolsa, siendo estos 1970-1975 y 1976-1985. La crisis en bolsa se empieza a notar precisamente a finales del año 1975, produciéndose el año 1985 un nuevo cambio en su comportamiento con el auge que ha cobrado en los últimos años.

Construimos, a continuación, dos series temporales diferentes: En primer lugar calculamos la correspondiente a las rentabilidades mensuales de las acciones seleccionadas, teniendo como criterios para el caso de ampliaciones y dividendos que se encuentran a caballo entre dos meses, la afección al primer mes, tanto de uno como del otro. Se obtiene a continuación el logaritmo neperiano de la rentabilidad más uno: $\ln(1+R_t)$, por las razones antes aducidas.

En segundo lugar, un índice que refleje la evolución de la cotización corregida por dividendos y derechos, que resulta más intuitivo para el inversor en bolsa. El cálculo será, tomando el año 1970 como base:

Rentabilidad	Indice
	100
$(1+R_1)$	$100x(1+R_1)$
$(1+R_2)$	$100x(1+R_1)x(1+R_2)$
.....	

Aún aplicando la diferenciación de primer grado, es clara la debilidad de este índice desde el punto de vista estadístico, debido a que resulta afectado por incrementos elevados de cotización (especialmente los que se producen en el año 1985), que se traducen en problemas de heteroscedasticidad, vulnerando la hipótesis de varianza constante, a la vez que afecta a la estructura de autocorrelaciones. Es por ello por lo que nos inclinamos por la primera serie como más adecuada desde el punto de vista estadístico, aunque tal vez menos intuitiva.

Tenemos así dos series de cada valor, y cada una de ellas vamos a dividir las en dos periodos, el que va desde 1970 a 1975 y el comprendido entre los años 1976 y 1985; haremos una excepción con Unión de Explosivos Rio-Tinto cuyos periodos serán 1970-1978 y 1979-1985, debido a la crisis de la empresa, que deja de pagar dividendos el año 1979. El objetivo de estas divisiones, y de la que se realizará posteriormente entre 1976-1980 y 1981-1985, es tratar de contrastar la aplicabilidad de la técnica viendo si las series son homogéneas, caso en el que se podría tratar de modelizar el comportamiento.

Visto lo anterior, el primer paso será comprobar que existe algún tipo de comportamiento en la serie, alguna estructura en las autocorrelaciones, en caso contrario (lo que correspondería a un “ruido blanco”) no hay posibilidad de predecir con esta técnica. Si la serie no es puramente aleatoria habrá que comprobar su estacionariedad, lo que se traduce en el cumplimiento de las tres hipótesis de partida de la técnica Box-Jenkins, es decir se tratará de analizar si la serie es invariante en el tiempo. Dadas estas características, trataríamos de construir un modelo para predecir. Concretando tenemos tres etapas:

Primera etapa: Comenzaremos el análisis con la serie que va de 1970 a 1985 tanto la de rentabilidad como la del índice. Si obtenemos mediante los test estadísticos que la serie resulta ser aleatoria, concluiremos diciendo que no se puede representar un modelo, ni por lo tanto predecir basándose en la información histórica.

Segunda etapa: Si de la anterior etapa encontramos comportamientos en la serie, procederemos a la división de la misma, lo que llevará a analizar dos series (1970-1975 y 1976-1985) para estudiar su estacionariedad; sólo si se mantiene la estructura de autocorrelaciones habrá posibilidades de predicción. En esta etapa veremos como la crisis afecta de forma importante, de forma que las series divididas son totalmente distintas en sus características; parece evidente que no se puede predecir el segundo periodo basándose en la información del primero, ya que se trata de series diferentes.

Tercera etapa: En aquellas series del periodo 1976-1985 que muestran algún comportamiento, procedemos nuevamente a su división en dos nuevos periodos: 1976-1980 y 1981-1985, y comprobar si son homogéneas. Si se mantiene el comportamiento, se podría estimar algún modelo en el primer periodo para predecir el segundo, en caso contrario no podríamos predecir, y al darse cambios estructurales (además sin causa aparente) llegaríamos a la conclusión de la dificultad de aplicación de técnicas estadísticas para la predicción.

8.- RESULTADOS

Siguiendo las etapas indicadas anteriormente, obtenemos los siguientes resultados:

Primera etapa: Al analizar el conjunto de series totales de 1970-1985, resulta que las del BANCO DE SANTANDER y CEPSA son aleatorias según se deduce de la aplicación de test estadísticos (Portmanteau e individuales), mientras que el resto, al no ser tan clara la aleatoriedad (a pesar de que en muchos casos no se pueda rechazar), pasan a la siguiente etapa. En conclusión, los dos valores que quedan en esta etapa, resultan de imposible predicción debido a que sus series son aleatorias.

Segunda etapa: En los casos en los que, en la primera etapa, se ha observado que existe la posibilidad de encontrar algún comportamiento, dividimos en dos periodos,

1970-1975 y 1976-1985, viendo que los siguientes valores: BANCO DE BILBAO, BANCO DE VIZCAYA, BANCO CENTRAL, BANCO ESPAÑOL DE CREDITO y UNION DE EXPLOSIVOS RIO-TINTO, presentan, claramente, diferentes comportamientos en los dos periodos (cambios estructurales) y la última parte de la serie que va de 1976-1985 es aleatoria. Por lo tanto vemos, en primer lugar, que la crisis afecta al comportamiento de la bolsa produciéndose un cambio estructural. Por otro lado, este grupo de acciones, al tener un comportamiento aleatorio en el periodo 1976-1985 (que es el periodo mas cercano a nosotros) no pueden ser susceptibles de predicción por ninguna técnica.

Tercera etapa: Para el resto de valores: HIDROELECTRICA ESPAÑOLA, IBERDUERO, UNION ELECTRICA FENOSA, SEVILLANA DE ELECTRICIDAD y TELEFONICA, se aprecia también en la segunda etapa el cambio estructural del periodo 1976-1985 respecto al periodo 1970-1975, pero además muestran en el periodo 1976-1985 un comportamiento no aleatorio, por lo que lo dividimos en dos partes 1976-1980 y 1981-1985 al objeto de analizar la homogeneidad de la serie. El resultado es que se vuelven a producir cambios en el comportamiento, lo que hace imposible el uso de esta información histórica.

Conclusión: Resulta prácticamente imposible determinar cuando se producen cambios estructurales, por lo que parece difícil la predicción mediante técnicas estadísticas, ya que las estructuras de autocorrelaciones (cuando existen) no se mantienen constantes en el tiempo. Es de destacar que esto ocurre con cualquiera de las dos series analizadas; si bien, la serie de logaritmos demuestra su superioridad estadística.

Como complemento al estudio anterior, y aprovechando los datos de rentabilidades, hemos testado la normalidad de las rentabilidades usando el test de Kolgomorov-Smirnof, resultando que sólo en el caso de Telefónica se puede rechazar la hipótesis de normalidad.

REFERENCIAS

BERGES LOBERA, A. (1984): *El mercado español de capitales en un contexto internacional*, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.

BOX, G.E.P. and G.M. JENKINS (1976): *Time series analysis: forecasting and control*, Holden Day, San Francisco, 2ª ed.

BREALEY, R. and S. MYERS (1988): *Fundamentos de financiación empresarial*, McGraw-Hill, Madrid.

- COPELAND, T.E. and J.F. WESTON (1988): *Financial theory and corporate policy*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 3ª ed.
- FAMA, E.F. (1970): "Efficient capital markets: A review of theory and empirical work", *Journal of finance*, Mayo, págs. 383-417.
- GOMEZ-BEZARES, F. (1988): "Realidad y teoría del mercado bursátil", *Economía Riojana*, Enero - Febrero, págs. 8-14.
- LORIE, J.H., P. DODD and M.T. HAMILTON (1985): *The stock market*, Irwin, Homewood, Illinois, 2ª ed.
- MATEOS-APARICIO, P. (1977): *Inversión mobiliaria colectiva*, Servicio de estudios de la Bolsa de Madrid, Madrid.
- MORA DEL RIO, F.J. (1988): "El 'insider trading', delito con la nueva bolsa", *Boletín de estudios económicos*, Abril, págs. 87-99.
- PANKRATZ, A. (1983): *Forecasting with univariate Box-Jenkins models*, Wiley, Nueva York.
- PEREZ GOROSTEGUI, E. (1982): *La información y su incidencia en el precio de los títulos en el mercado de valores*, Servicio de estudios de la Bolsa de Madrid, Madrid.
- ROBERTS, H.W. (1967): "Statistical versus clinical prediction of the stock market", documento no publicado presentado al seminario sobre análisis de los precios de los títulos, Universidad de Chicago, Mayo.
- URQUIJO, J.L. (1987): "Tiene alguna utilidad el coeficiente beta", *Boletín de estudios económicos*, Agosto, págs. 323-343.
- VANDAELE, W. (1983): *Applied time series and Box-Jenkins models*, Academic Press, Nueva York.