Documento de trabajo 99-02
Series de Economía 01
Marzo 99

Departamento de Economía
Universidad Carlos III de Madrid
Calle Madrid, 126
28903 Getafe (Spain)
Fax (341) 624-98-75

RELACIÓN ENTRE LOS MERCADOS SPOT Y DE FUTUROS EN UN CONTEXTO OLIGOPOLÍSTICO

José Luis Ferreira e Iñigo Herguera *

Resumen

Existe una reciente literatura sobre la relación entre los mercados spot y de futuros. En ella se encuentra un efecto pro-competitivo de estos últimos. En este trabajo estudiamos la robustez de este resultado y de otros referidos a la transparencia de estos mercados. Usando el mismo modelo que en el resto de la literatura, pero variando algún supuesto implícito, establecemos conclusiones muy distintas.

Abstract

There is a recent literature on the relation between spot and futures markets, where a pro-competitive effect of the later is found. In this work we study the robustness of this result and others regarding the transparency of these markets. With the use of the same models than in the rest of the literature, but changing some implicit assumptions we establish very different conclusions.

Palabras clave: mercado sport, mercado de futuros, sector eléctrico.

* Ferreira, Departamento Economía, Universidad Carlos III de Madrid; E-mail: jlferr@eco.uc3m.es. Herguera, Departamento Economía, Universidad Complutense; E-mail: inigo@ccee.ucm.es

Los autores agradecen la financiación de la Comisión Nacional del Sistema Eléctrico mediante el convenio de colaboración entre la Universidad Carlos III de Madrid y la CNSE "Estudio de un Mercado de Contratos por Diferencias para el Sector Eléctrico".

Índice

1.- Introducción

Existe una reciente literatura económica sobre la relación entre los mercados spot y de futuros. Diversos autores han usado estos modelos para adaptarlos al estudio del sector eléctrico, principalmente en el Reino Unido.

En los estudios sobre la relación entre ambos mercados destacan las contribuciones de Allaz y Vila (1993) y Hughes y Kao (1997). Ambos estudios se refieren a mercados con un número reducido de empresas, en donde el equilibrio oligopolístico usado es el estándar de Cournot. Este equilibrio es muy apropiado para el estudio de estos casos al ofrecer un resultado entre los de competencia perfecta y de monopolio, tal como se observa en muchos sectores con un número reducido de empresas. Allaz y Vila introducen la posibilidad de vender parte de la producción en el mercado de futuros antes de competir en el mercado spot. Como las ventas a futuros suponen un compromiso de producción, la competencia en el mercado spot se produce sobre la demanda residual tras descontar estas posiciones futuras. El resultado es que cada empresa tiene incentivos a vender a futuros para no perder su parte del mercado, con lo que acaban produciendo más que en el equilibrio de Cournot. Es decir, la presencia del mercado de futuros acerca el resultado del oligopolio al de competencia perfecta. Allaz y Vila muestran, además, que cuando el número de momentos en los que se pueden tomar posiciones a futuros aumenta, el resultado se acerca rápidamente al de competencia perfecta.

El resultado pro-competitivo de los mercados de futuros ha sido investigado con más detalle por Hughes y Kao, que analizan el papel de la observabilidad de los contratos a futuros en la obtención de este resultado. Además, extienden el análisis al caso en que las empresas muestran aversión al riesgo, es decir, proponen un modelo en el que están presentes el motivo tradicional de cobertura de riesgos con la nueva motivación estratégica de Allaz y Vila para entrar en el mercado de futuros. Sus conclusiones son que la observabilidad de estos contratos es necesaria para obtener el resultado pro-competitivo, mientras que con un mercado a futuros opaco volveríamos al resultado de Cournot. En el caso de empresas aversas al riesgo, aún en el caso de mercados opacos se obtiene un resultado pro-competitivo al anticipar cada empresa las posiciones de las rivales debido al motivo de cobertura de riesgo.

Las conclusiones prácticas que se derivan del análisis anterior son la recomendación de la apertura de un mercado de futuros y la transparencia de este mercado. Algunas predicciones basadas en estos modelos serían las siguientes:

1.- Un mercado de futuros transparente implica que gran parte de la producción se vende en este mercado y que el resultado es más cercano al de competencia perfecta que en ausencia de este mercado.

2.- Un mercado de futuros opaco implica una ausencia de posiciones en este mercado y un equilibrio de Cournot.

En el caso del Reino Unido el mercado de futuros (contratos por diferencias, CFD es opaco y, sin embargo las empresas han vendido gran parte de su producción en este mercado, siendo, además, abundantes los autores que no encuentran un efecto pro-competitivo de estos mercados (Ferreira y Herguera, 1999 y referencias en este trabajo).

Los modelos de Allaz y Vila y Hughes y Kao no parecen adecuados para explicar estos hechos y, por tanto, para ser aplicados al sector eléctrico. Von der Fehr y Harbord (1992) estudian un modelo con supuestos más semejantes a los encontrados en el sector eléctrico en el Reino Unido, con contratos a largo plazo, restricciones de capacidad y competencia no a la Cournot (en cantidad) sino en funciones de oferta (ver secciones 7 y 8 del presente trabajo). En este nuevo modelo encuentran que, para determinados valores de los parámetros, existe la posibilidad de que la toma de posiciones en el mercado de futuros sea una indicación de poder de mercado, en lugar de lo contrario.

En el presente trabajo se retoma el proyecto de von der Fehr y Harbord de analizar con más detalle la relación entre los mercados spot y de futuros atendiendo a la robustez de los modelos frente a los supuestos. A cambio de poder manejar estos nuevos supuestos, los autores reconocen que deben tratar con una versión muy simplificada de lo que sería un modelo completo para poder obtener sus conclusiones. Nosotros proponemos no desviarnos de los modelos estándar (comportamiento de Cournot) e introducir algo más de realismo en alguno de los supuestos adicionales. Además, en la última sección justificaremos que la introducción del comportamiento alternativo de competencia en funciones de oferta, con ser más realista, complica el análisis sin aportar cambios fundamentales en las conclusiones obtenidas. Nuestro análisis cuestiona el efecto pro-competitivo de los mercados de futuros en términos muy generales dentro del modelo, es decir, sin depender de los valores particulares que puedan tomar algunos parámetros, como ocurría en el modelo de von der Fehr y Harbord. Finalmente, nuestras conclusiones son compatibles con los hechos observados en el Reino Unido.

Allaz y Vila estudian el caso de indeterminación en los periodos de toma de decisiones en el mercado de futuros como el límite de los casos en que esta toma de posiciones se produce en una serie de momentos determinados. Nosotros estudiamos directamente el caso indeterminado y encontramos que el resultado pro-competitivo es solamente uno más entre los posibles, que incluyen todos los posibles entre el competitivo y el de Cournot, siendo este último especialmente robusto frente a posibles acciones coordinadas entre las empresas.

En el análisis de la observabilidad obtenemos que el supuesto implícito en el estudio de Hughes y Kao (las posiciones a futuros de las rivales no sólo no son observadas, sino que tampoco pueden ser deducidas) no es demasiado adecuado por cuanto una demanda mínimamente sensible permitirá estimar las cantidades vendidas a futuros a través del precio. En este caso la observabilidad es irrelevante. También presentamos una formalización explícita del supuesto de Hughes y Kao en la que el resultado es que la ausencia de observabilidad permite el resultado pro-competitivo (justamente lo contrario de lo que obtienen estos autores). La introducción de empresas aversas al riesgo no altera nuestros resultados.

La conclusión que parece poder aventurarse llegados a este punto es que introducir mercados a futuros tiene el efecto de cobertura de riesgo y que, para maximizar el poco efecto pro-competitivo que pudieran tener, deberían ser opacos para las empresas que en él actúen. Sin embargo, al completar el análisis, la conclusión es justamente a favor de la transparencia, aunque por causas distintas a las de Hughes y Kao. La razón es que la posibilidad de que las empresas puedan verse en una carrera por vender a futuros en un mercado opaco queda muy mitigada a medida que se plantea alguna de las siguientes posibilidades: (a) las empresas sí tienen cierta información de lo que ocurre en el mercado de futuros, puesto que disponen de su propia experiencia, y (b) la opacidad del mercado de futuros facilita prácticas de abuso de poder de mercado.

En el primer caso, además de que las empresas pueden escapar a la carrera de ventas a futuros, disfrutarán de una clara ventaja frente a posibles competidoras que estén planeando entrar en el sector. Como disponen de menor información, no podrán tomar sus decisiones de la manera más adecuada. En el segundo caso, además de comportamientos colusivos (acuerdos de precios por encima del equilibrio de Cournot), encontraremos la posibilidad de discriminación de precios. Para esto es necesario que los demandantes encuentren motivos para acudir al mercado de futuros (a pesar del poder de mercado) en lugar de comprar en el mercado spot. Una razón importante es que puede haber menos volatilidad en el mercado de futuros que en el spot (aunque con un precio medio mayor).

En conclusión, el presente trabajo alerta contra el uso de los mercados de futuros como alternativa a otras maneras de inducir competencia entre las empresas (por ejemplo, el incremento del número de empresas). Se defiende, en cambio su uso para facilitar operaciones de cobertura de riesgo a todos los agentes implicados. Por esta razón, y para evitar que la opacidad del mercado permita detentar poder de mercado a las empresas, el mercado debe hacerse lo más transparente posible.

2. El comportamiento oligopolístico

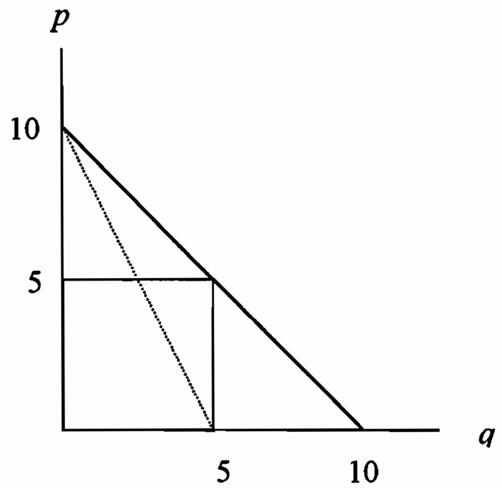
En esta sección se repasa el comportamiento oligopolístico en un ejemplo que servirá de guía para la exposición de todo el trabajo. Existen básicamente dos modelos de comportamiento oligopolístico, según se considere que las empresas implicadas compiten en precio o en cantidad. El primer modelo se conoce como competencia a la Bertrand y el segundo como competencia a la Cournot. En el modelo de Bertrand las empresas compiten marcando un precio al que se comprometen a vender la cantidad demanada. La empresa que marque el precio más bajo se queda con el mercado. En el modelo de Cournot, las empresas deciden cuánto vender anticipando la reacción de la otra empresa y conociendo la capacidad de absorción de la demanda. En el primer modelo, la competencia se asemeja a una subasta que da como precio final el de competencia perfecta, ya que para un precio por encima del coste marginal, existirán incentivos por alguna empresa a bajarlo para acaparar el mercado. Este modelo es válido para situaciones muy particulares, como pueden ser los contratos realizados por administraciones públicas. Para el resto de los casos el modelo de Cournot es más adecuado, y ofrece una solución intermedia entre la de competencia perfecta y la de monopolio. Hay una variante del modelo de Cournot para el caso en el que una de las dos empresas toma primero sus decisiones de producción, de manera que la segunda empresa debe tomar la suya tras haber observado a la primera. Éste es el modelo de Stackelberg con una empresa líder y una seguidora.

Existen otros modelos, como el de competencia en precios con diferenciación de producto, de competencia en calidad y variaciones de los anteriores con restricciones de capacidad. Estos modelos indican, en general, que, en circustancias más realistas, el comportamiento es más semejante al modelo de Cournot que al de Bertrand. La literatura sobre el sector eléctrico, efectivamente usa el modelo de Cournot en casi todos los trabajos. Aquí se incluyen algunos realizados en la propia Comisión Nacional del Sector Eléctrico (por ejemplo, ver CSEN, 1997 en las referencias). Hay, sin embargo una parte de la literatura reciente que usa un modelo distinto, el de competencia en funciones de oferta. Haremos referencia a este nuevo modelo en la última parte del presente trabajo.

El modelo de Cournot. Un ejemplo.

Sea un mercado oligopolístico con dos empresas que operan con coste marginales nulos y que compiten en cantidad en un mercado cuya demanda viene dada por la función $q = 10 - p$.

Para estudiar el comportamiento de estas empresas, supongamos que la empresa número 2 no produce nada ($q_2 = 0$). La empresa número 1 deberá maximizar sus beneficios dado este comportamiento de la segunda. Por tener costes nulos, la maximización de beneficios (ingresos menos costes) coincide con la maximización de ingresos. Gráficamente se trata de obtener un precio (p) y una cantidad (q_1) que maximicen el área por debajo de la función de demanda. Lo cual ocurre en el punto $q_1 = 5$, $p = 5$:



Analíticamente el problema se el siguiente:

maximizar pq_1
sujeto a

$$p = 10 - q$$
$$q_2 = 0$$
$$q_1 + q_2 = q$$

Es decir: maximizar $q_1(10 - q_1)$. La condición de maximización obtenida al igualar la primera derivada a cero es $10 - 2q_1 = 0$, de donde $q_1 = 5$ y p = 5. La interpretación de la expresión $10 - 2q_1 = 0$ es que el ingreso marginal debe igualarse al coste marginal (en este caso, cero). La función del ingreso marginal está representada en el gráfico por la línea discontinua. Los beneficios de esta empresa serían $\Pi_1 = 5 \times 5 = 25$. Esta solución es la de monopolio, es decir, la de una empresa que no se enfrentara a ningún tipo de competencia.

En general, si la empresa segunda ofrece en el mercado la cantidad q_2, el problema de la primera empresa será

maximizar pq_1
sujeto a

$$p = 10 - q$$
$$q_1 + q_2 = q$$

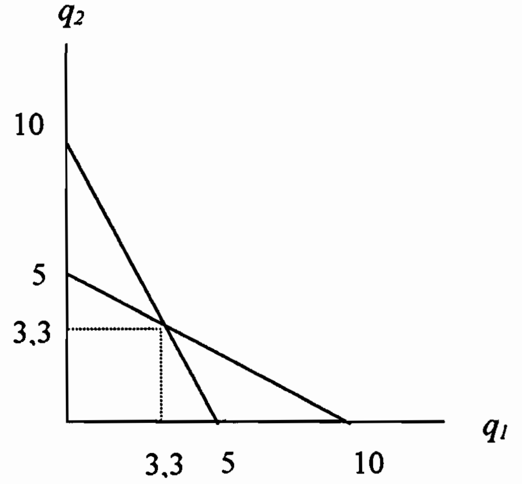
Es decir, maximizar $(10 - q_1 - q_2)q_1$. Al igualar la primera derivada con respecto a q_1 a cero se obtiene la expresión

$$q_1 = \frac{10 - q_2}{2},$$

que expresa la reacción de la primera empresa ante cualquier decisión anticipada por parte de la segunda empresa. Repitiendo el problema para la otra empresa tendremos una expresión análoga:

$$q_2 = \frac{10 - q_1}{2}$$

Estas funciones de reacción constituyen un sistema de dos ecuaciones que, al ser resuelto, nos dará las cantidades de equilibrio $q_1 = q_2 = 3{,}3$. De ahí $q = 6{,}6$, $p = 3{,}3$ y $\Pi_1 = \Pi_2 = 11{,}11$. En equilibrio, las cantidades que cada empresa anticipa respecto a la rival debe coincidir con la realidad, de lo contrario, cambiará sus planes. Este proceso seguiría hasta llegar al equilibrio anterior. Gráficamente:



La solución de Cournot es intermedia entre la del monopolio y la de competencia perfecta (que daría $p = 0$, $q = 10$ y beneficios nulos).

El modelo de Stackelberg

Tras los cálculos anteriores es sencillo estudiar el comportamiento de las empresas en el modelo de Stackelberg. Nos servirá, además para interpretar el comportamiento en presencia del mercado de futuros, que se trata en la siguiente sección. Supongamos que la empresa 1 es la líder y decide producir q_1, de manera que la empresa 2 debe tomar sus decisiones según su función de reacción arriba calculada. Anticipando esta reacción, la empresa 1 debe resolver el problema

$$\begin{aligned}
&\text{maximizar} \quad && pq_1 \\
&\text{sujeto a} && \\
& && p = 10 - q \\
& && q_2 = \frac{10 - q_1}{2} \\
& && q_1 + q_2 = q
\end{aligned}$$

La solución de este problema es $q_1 = 5$. Sustituyendo en las demás funciones encontramos $q_2 = 2{,}5$, $p = 2{,}5$, $\Pi_1 = 12{,}5$ y $\Pi_2 = 6{,}25$. Este modelo muestra que hay unas ventajas claras de ser líder en el sentido de ser la primera empresa en tomar las decisiones de producción.

El modelo de Cournot repetido.

Supóngase ahora que las dos empresas compiten en este mercado durante un número indefinido de periodos. En cada periodo se enfrentan a la demanda $q = 10 - p$. Veamos cómo altera el comportamiento de equilibrio este hecho. Lo primero que hay que observar es que, en equilibrio, cada empresa debe estar maximizando sus beneficios *al comienzo de cada periodo en cada uno de los escenarios posibles* frente a las acciones futuras de la rival y las suyas propias (técnicamente, debemos usar el concepto de equilibrio denominado equilibrio perfecto en subjuegos).

Comencemos por mostrar que producir la cantidad de Cournot en cada periodo sigue siendo un equilibrio. Supóngase que, en efecto, el comportamiento de Cournot es de equilibrio en el periodo *t*, comprobemos que lo es en el periodo *t*-1. Para ello no hay más que observar que el comportamiento de Cournot es mejor respuesta en este periodo y que comportamientos distintos del de Cournot no implican comportamientos futuros que permitan compensar la pérdida de beneficios en el periodo presente.

Veamos que el comportamiento colusivo también puede ser de equilibrio. Para ello considérese la siguiente estrategia para cada empresa:

(i) Comenzar por producir la mitad de la cantidad de monopolio en el primer periodo. Continuar de esta manera siempre y cuando en el pasado ambas empresas hayan producido cada una la mitad de la cantidad de monopolio.

(ii) En caso de alguna desviación respecto de las acciones anteriores, pasar a producir la cantidad de Cournot y continuar con ella en adelante.

Si las empresas siguen la estrategia anterior, obtienen en cada periodo la mitad de los beneficios de un monopolista, es decir, $\Pi_1 = 12{,}5$. El valor actual descontado de un flujo de beneficios de 12,5 en cada periodo se calcula como $12{,}5 + \delta \times 12{,}5 + \delta^2 \times 12{,}5 + \ldots = \frac{12{,}5}{1-\delta}$, donde δ es la tasa de descuento intertemporal. La fórmula que relaciona la tasa de descuento con la tasa de interés, *r*, es $\delta = \frac{1}{1+r}$. Si una empresa se desvía de la situación anterior durante un periodo tendrá los beneficios correspondientes a Cournot a partir del periodo siguiente, es decir, $11{,}11\delta + 11{,}11\delta^2 + 11{,}11\delta^3 + \ldots = \frac{11{,}11\delta}{1-\delta}$, a los que hay que sumar los beneficios en el periodo de la desviación. La mejor desviación en un periodo consiste en producir la mejor respuesta frente a la mitad de la cantidad de monopolio producida por la rival. Según las funciones de reacción calculadas en el estudio del comportamiento de Cournot, la mejor respuesta frente a $q_j = 2{,}5$ viene dada por

$$q_i = \frac{10-2,5}{2} = 3,75$$

el precio pasaría a ser $p = 10-2,5-3,75 = 3,75$ y los beneficios de la empresa que se desvía, $\Pi_i = 3,75 \times 3,75 = 14,0625$. De manera que la desviación no mejora los beneficios cuando

$$\frac{12,5}{1-\delta} \geq 14,0625 + \frac{11,11\delta}{1-\delta}$$

es decir, cuando $\delta \geq 0,53$, lo que supone una tasa de interés $r \leq 0,89$. La desviación en un periodo no resulta beneficiosa para valores perfectamente razonables de la tasa de descuento. Como en los periodos siguientes a cualquier desviación suponen volver al comportamiento de Cournot, y ya hemos visto que esto constituye un equilibrio, no hay desviaciones más beneficiosas que las de un solo periodo. Concluimos que el comportamiento colusivo es obtenible en equilibrio.

El equilibrio anterior adolece de un defecto. Ciertamente es inmune frente a desviaciones unilaterales, pero cuando se consideran desviaciones conjuntas presenta el problema de que la etapa de castigo es demasiado dura. Por una desviación se pierden las posibles ganancias de coludir. Surgen incentivos para olvidar el pasado y volverse a plantear la colusión. Además, el castigo (la vuelta a Cournot) afecta por igual a ambas empresas. Esta situación se puede remediar haciendo que la vuelta a Cournot sea por un número limitado de periodos (el justo para evitar que las desviaciones sean beneficiosas). Otra alternativa sería que, frente a una desviación, el periodo de castigo suponga que la empresa que se desvió produzca menos y la otra más, para beneficiar a la que castiga. Si una empresa se desvía también en la etapa de castigo, ésta se repetiría.

Estos comportamientos colusivos en mercados oligopolistas dan lugar a los cárteles. El más famoso, sin duda, es el que forman los países de la OPEP en el mercado del petróleo. El modelo de Cournot repetido se adapta bastante bien a la historia observada de éste y otros ejemplos.

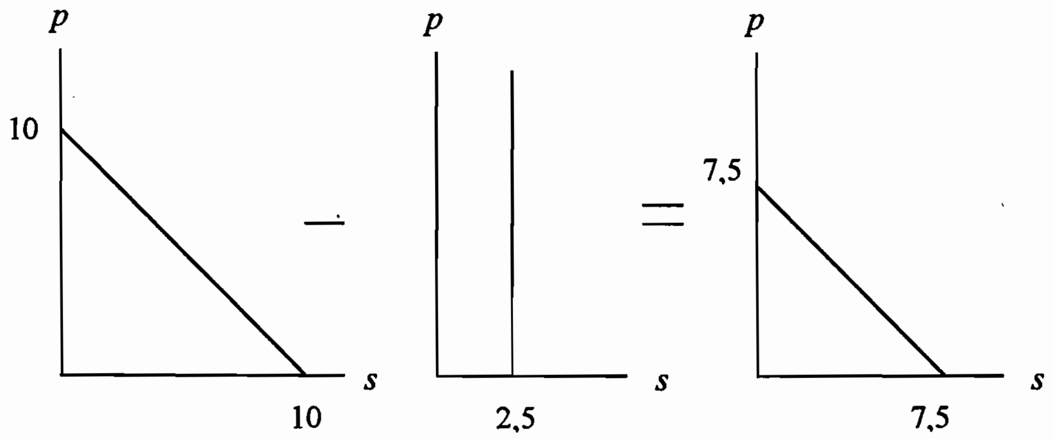
3. El mercado de futuros en el modelo de Cournot

Allaz and Vila (1993) introducen un mercado de futuros en el modelo de Cournot de la siguiente manera. Antes de vender en el mercado spot, es decir, antes de competir a la Cournot por la demanda real, ambas empresas pueden vender parte de su producción en el mercado de futuros. Esto no requiere más que encontrar un comprador con quien contratar la entrega de una determinada cantidad al precio fijado en este contrato. La posibilidad de arbitraje entre ambos mercados implica que, en equilibrio, el precio a futuros debe coincidir con el precio en el mercado spot (de manera que, en equilibrio, se elimina el arbitraje).

Las empresas se encuentran en un juego en dos etapas. En la primera deben decidir cuánto vender en el mercado de fututos y en la segunda cuánto vender en el mercado spot. El hecho de que las empresas puedan observar o no las posiciones tomadas por la rival en el mercado de futuros cambia el análisis, de acuerdo con el trabajo de Hughes and Kao (1997). Analizaremos ambos casos y formularemos versiones alternativas con resultados distintos de los que obtienen estos autores. Comenzamos primero con el caso en que las posiciones son observables por ser más sencillo.

Posiciones observables. El modelo de Allaz y Vila.

Para resolver este nuevo modelo, necesitamos conocer cómo afectan las decisiones en el mercado de futuros a las decisiones en el mercado spot. A partir de ahí debemos incorporar esta relación para estudiar las decisiones en el mercado de futuros. Vayamos por partes. Sea f_i la cantidad que la empresa i (i puede ser la empresa 1 o la 2) vende en el mercado de futuros, sea s_i la cantidad vendida por i en el mercado spot y sea $q_i = f_i + s_i$ la cantidad total producida por la empresa i. Supongamos primero una toma de posiciones arbitraria en el mercado de futuros, por ejemplo $f_1 = 2{,}5$ y $f_2 = 0$. La implicación de estas decisiones en la primera etapa es que, en la segunda, las empresas competirán por una demanda menor: $s = 10 - p - 2{,}5 = 7{,}5 - p$. Gráficamente:



La solución de Cournot con esta nueva demanda viene de resolver el sistema de las funciones de reacción encontradas siguiendo los pasos de la sección anterior:

$$s_1 = \frac{7,5 - s_2}{2},$$
$$s_2 = \frac{7,5 - s_1}{2}$$

La solución de este sistema es $s_1 = s_2 = 2,5$. De donde $s = 5$, $q_1 = 5$, $q_2 = 2,5$, $q = 7,5$, $p = 2,5$, $\Pi_1 = 12,5$ y $\Pi_2 = 6,25$.

En general, dadas unas posiciones cualesquiera en el mercado de futuros (f_1, f_2), el problema de la empresa 1 es:

maximizar $\Pi_1 = (10 - f_1 - f_2 - s_1 - s_2)s_1$, tomando como variable s_1

o bien,

maximizar $\Pi_1 = (10 - q_1 - q_2)(q_1 - f_1)$, tomando como variable q_1.

La solución nos da la función de reacción de la empresa 1 en función de las decisiones en ambos mercados de la empresa rival y de su propia decisión en el mercado de futuros:

$$q_1 = \frac{10 + f_1 - q_2}{2},$$

Para la empresa 2 obtendríamos una expresión similar:

$$q_2 = \frac{10 + f_2 - q_1}{2}.$$

Resolviendo el sistema que forman ambas funciones encontraremos las cantidades q_1 y q_2 en función de las posiciones en el mercado de futuros.

$$q_1 = \frac{10 + 2f_1 - f_2}{3},$$
$$q_2 = \frac{10 + 2f_2 - f_1}{3}$$

Sustituyendo en la función de demanda encontramos el precio en función de las posiciones en el mercado de futuros

$$p = \frac{10 - f_1 - f_2}{3}$$

Dado este comportamiento en el mercado spot, las empresas buscarán vender en el mercado de futuros para maximizar sus beneficios. En particular, la empresa 1 resolverá el siguiente problema maximizar $\quad pq_1$

sujeto a

$$p = \frac{10 - f_1 - f_2}{3}$$

$$q_1 = \frac{10 + 2f_1 - f_2}{3}$$

La solución de este problema nos muestra la posición en el mercado de futuros de la empresa 1, f_1, en función de f_2.

$$f_1 = \frac{10 - f_2}{4}$$

Resolviendo de manera análoga para la empresa 2, obtenemos la función de reacción de la empresa 2 en el mercado de futuros.

$$f_1 = \frac{10 - f_2}{4}$$

El sistema que forman estas dos funciones nos da la solución $f_1 = f_2 = 2$. Sustituyendo en las demás funciones completamos la solución del modelo: $q_1 = q_2 = 4$, $p = 2$, $s_1 = s_2 = 2$ y $\Pi_1 = \Pi_2 = 8$.

Éste es el resultado pro-competitivo encontrado por Allaz y Vila. La mera presencia del mercado de futuros favorece la competencia, como se observa en el precio más bajo con respecto al equilibrio de Cournot. Nótese que si una de las dos empresas no toma ninguna posición en el mercado de futuros (por ejemplo, $f_2 = 0$), la otra empresa decidirá $f_1 = 2{,}5$. El resto de las variables tomarán los valores $q_1 = 5$, $q_2 = 2{,}5$, $p = 2{,}5$, $\Pi_1 = 12{,}5$ y $\Pi_2 = 6{,}25$. Ésta es exactamente la solución de Stackelberg cuando la empresa 1 es líder. De esta manera podemos interpretar este resultado como el de un proceso en el que ambas empresas compiten por ser líder en el sentido de Stackelberg. Como esta competencia se produce vendiendo en el mercado de futuros, las empresas acaban vendiendo y produciendo más que en el equilibrio de Cournot cuando no existe este mercado.

El siguiente paso dado por Allaz y Vila es introducir nuevos momentos en los que tomar posiciones en el mercado de futuros. El modelo se complica a medida que el número de periodos aumenta. Daremos la resolución para dos periodos en el mercado de futuros (tres en total) antes de establecer el resultado general. En este caso, las empresas realizan una toma de posiciones en el mercado de futuros. Estas posiciones son observadas por ambas empresas. A continuación disponen de otra oportunidad para tomar nuevas posiciones en este mercado. Finalmente se toman las decisiones en el mercado spot tras conocer las nuevas posiciones en el de futuros.

De igual manera que en el caso anterior, el modelo se resuelve comenzando por el último periodo. En el mercado spot las empresas se enfrentan al mismo problema de maximizar beneficios tomando como dadas las posiciones en el mercado de futuros, de manera que el resultado de este periodo sigue siendo

$$q_1 = \frac{10+2f_1 - f_2}{3},$$
$$q_2 = \frac{10+2f_2 - f_1}{3},$$
$$p = \frac{10-f_1 - f_2}{3};$$

donde ahora las cantidades f_1 y f_2 se refieren al total de ventas en el mercado de futuros en los dos periodos precedentes. Es decir, $f_1 = f_1^1 + f_1^2$, donde f_1^1 es la posición de la empresa 1 en el primer periodo de apertura del mercado de futuros y f_1^2 su posición en el periodo segundo. Similarmente, $f_2 = f_2^1 + f_2^2$.

Dadas estas reacciones en el tercer periodo, en el segundo se resolverán las posiciones f_1^2 y f_2^2 en función de f_1^1 y f_2^1. Así, la primera empresa resolverá el problema

maximizar $\quad p(q_1 - f_1^1) \quad$ respecto a f_1^2

sujeto a

$$p = \frac{10-(f_1^1 + f_1^2) - (f_2^1 + f_2^2)}{3}$$
$$q_1 = \frac{10+2(f_1^1 + f_1^2) - (f_2^1 + f_2^2)}{3}$$

La solución, tras derivar con respecto a f_1^2 e igualar a cero, es

$$f_1^2 = \frac{10-f_1^1 - (f_2^1 + f_2^2)}{4}$$

Similarmente, resolviendo para la segunda empresa

$$f_2^2 = \frac{10-f_2^1 - (f_1^1 + f_1^2)}{4}.$$

De ambas funciones de reacción encontramos las posiciones en el mercado de futuros en el segundo periodo como función de las posiciones en el primero.

$$f_1^2 = \frac{10-f_1^1 - f_2^1}{5},$$
$$f_2^2 = \frac{10-f_2^1 - f_1^1}{5}$$

Finalmente, en el primer periodo, el problema de cada empresa vuelve a ser la maximización de beneficios respecto a la posición a futuros en este periodo y anticipando las decisiones del segundo y tercer periodos. Así, la empresa 1 resolverá:

maximizar $\quad pq_1 \quad$ respecto a f_1^1

sujeto a

$$p = \frac{10-(f_1^1+f_1^2)-(f_2^1+f_2^2)}{3},$$

$$q_1 = \frac{10+2(f_1^1+f_1^2)-(f_2^1+f_2^2)}{3},$$

$$f_1^2 = \frac{10-f_1^1-f_2^1}{5},$$

$$f_2^2 = \frac{10-f_2^1-f_1^1}{5}$$

La solución de este nuevo problema es

$$f_1^1 = \frac{10-f_2^1}{6}$$

Para la segunda empresa tendremos

$$f_2^1 = \frac{10-f_1^1}{6}$$

Resolviendo el sistema formado por ambas funciones de reacción obtenemos finalmente $f_1^1 = f_2^1 = \frac{10}{7}$. A partir de ahí, el resto de las variables toman los siguientes valores: $f_1^2 = f_2^2 = \frac{10}{7}$, $f_1 = f_2 = \frac{20}{7}$, $q_1 = q_2 = \frac{30}{7}$, $s_1 = s_2 = \frac{10}{7}$, $p = \frac{10}{7}$ y $\Pi_1 = \Pi_2 = 6{,}12$. Como conclusión, encontramos que, al incrementarse el número de periodos en los que se puede vender a futuros de uno a dos, el resultado se acerca todavía más al de competencia perfecta $(p = 0)$.

De hecho, en este ejemplo podemos establecer la regla general que indica las posiciones en el mercado de futuros para un número de periodos arbitrario. Para ello, llamemos f_i^t a la posición en el mercado de futuros en el periodo t de la empresa i, y s_i a las ventas en el mercado spot de esa misma empresa. Obsérvense los siguientes hechos, deducidos de los cálculos anteriores:

(i) En el último periodo (en el mercado spot) siempre se venderá $\frac{2}{3}$ de la demanda residual máxima ($\frac{1}{3}$ por cada empresa).

(ii) En cada periodo en que se toman posiciones en el mercado de futuros, se venderá $\frac{1}{5}$ de la demanda residual máxima, después de descontar todas las posiciones a futuros hasta ese momento.

(iii) La cantidad vendida en el mercado spot es la misma que la vendida en el último periodo del mercado de futuros.

(iv) El precio es también igual a $\frac{1}{3}$ de la demanda residual máxima en el último periodo.

La demanda residual máxima en el periodo t es $10-F_1^t-F_2^t$. Donde F_1^t y F_2^t son las cantidades acumuladas en el mercado de futuros hasta el momento t. Es decir, $F_i^t=f_i^1+f_i^2+...+f_i^{t-1}$. Si hay un máximo de T periodos, en el momento de tomar decisiones sobre el mercado spot, habrá acumuladas unas cantidades F_1^{T+1} y F_2^{T+1} en el mercado de futuros. La solución para T periodos se calcula, entonces, recursivamente, comenzando por las posiciones en el primero. El resultado es que, cuando tenemos un número arbitrario $T<\infty$ de periodos en el mercado de futuros, las cantidades de equilibrio toman los valores $f_i^t=s_i=p=\frac{10}{3+2T}$, $f_i=\frac{10T}{3+2T}$, $q_i=10\frac{1+T}{3+2T}$. Cuando el número de periodos T tiende a infinito, el total de producción tiende a 10, que se venderá íntegramente en el mercado de futuros (5 por cada empresa) y el precio tiende a $p=0$. Éste es el resultado de competencia perfecta.

Allaz y Vila interpretan que los periodos pueden durar tan poco como se desee y que un número infinito de ellos se interpreta como la posibilidad de tomar posiciones en el mercado de futuros en cualquier momento antes del mercado spot. De ahí concluyen un gran efecto pro-competitivo de los mercados de futuros.

Posiciones observables. Un enfoque alternativo.

Un problema con el modelo anterior y, por tanto con el resultado obtenido y con su interpretación, es que el límite del equilibrio cuando el número de periodos crece no tiene por qué coincidir con el conjunto de equilibrios posibles cuando se trata el caso infinito directamente. Es decir, el límite de los equilibrios cuando T tiende a infinito no tiene por qué coincidir con el equilibrio cuando T es infinito. En la Teoría de Juegos se conocen muchos ejemplos en los que no coinciden. Nuestra crítica al modelo de Allaz y Vila y, por tanto a su resultado pro-competitivo de los mercados de futuros, se basa precisamente en que su modelo puede añadirse a la lista de estos ejemplos.

Supongamos, entonces, que el número de periodos es infinito (aunque cada periodo dure un lapso tan breve como se quiera), $T=\infty$. De hecho, debemos ser todavía más precisos a la hora de detallar el momento y la duración de los periodos de toma de posiciones en el mercado de futuros. Para este fin, consideremos que el juego comienza en el momento $t=0$, que las ventas en el mercado spot se realizan en el momento $t=1$ y que las posiciones en el mercado de futuros se pueden tomar en cualquier momento del intervalo $[0,1]$. Como nuestro interés se basa en la sostenibilidad de la estrategia consistente en no vender a futuros, necesitamos una manera de detectar desviaciones respecto de este comportamiento (obsérvese que en el límite del equilibrio de Allaz y Vila, las posiciones en cada periodo tienden a cero, a pesar de que el total converge a 10). El equilibrio que encontraremos se basará en la posibilidad de revisar la estrategia de cada empresa en momentos precisos del intervalo $[0,1]$. Más concretamente, en los momentos $t_1 = \frac{1}{2}$, $t_2 = \frac{3}{4}$, ... , $t_k = \frac{2^k - 1}{2^k}$, ... Esto es, dividimos el intervalo $[0,1]$ en subintervalos tales que cada uno tiene una longitud igual a la mitad tiempo que queda hasta el momento 1.

Veamos el nuevo equilibrio. Llamaremos periodos a cada uno de los subintervalos definidos. Consideremos la siguiente estrategia para la empresa *i*:

(i) Comenzar en el primer periodo sin vender a futuros en todo el primer periodo (es decir, en $t \in [0,1]$ $f_i^{t_1} = 0$). El juego estará en el estado *A* al comienzo del juego.

(ii) El juego continúa en el estado *A* en el periodo *k* mientras $f_1^{\tau} = f_1^{\tau} = 0$ para todo $\tau < t_k$. Si en el periodo *k* el juego está en el estado *A*, jugar $f_i^{t_k} = 0$.

(iii) Si el juego está en el estado *A* y la empresa *j* decide $f_j^t > 0$, el juego pasa al estado B_j.

(iv) Si el juego ha pasado al estado B_j en el periodo *k*, vender a futuros la cantidad $f_i^{t_{k+1}} = \frac{1}{4}(10 - f_j^{t_k})$.

(v) Tras cambiar el juego al estado B_j según (iv), el juego vuelve al estado *A* si la empresa *i* juega $f_i^{t_{k+1}} = \frac{1}{4}(10 - f_j^{t_k})$ y si la empresa *j* juega $f_j^{t_{k+1}} = 0$.

(vi) En el mercado spot cada empresa vende la cantidad $s_i = \frac{10 - F_1 - F_2}{3}$, donde F_1 y F_2 son las posiciones acumuladas en el mercado de futuros.

En palabras, cada empresa se abstiene de vender en el mercado de futuros, a no ser que la rival lo haga. En el mercado spot se comportan normalmente compitiendo a la Cournot. Los estados en la descripción de la estrategia son necesarios para distinguir una posición en el mercado de futuros como desviación de la estrategia o como consecuencia del "castigo" a una desviación.

Comprobemos que la estrategia anterior jugada por cada empresa constituye un equilibrio del juego. Esto significa que ninguna empresa encuentra beneficioso jugar una estrategia distinta en ninguna de las contingencias que puede ocurrir (en el lenguaje de la Teoría de Juegos, se trata de comprobar que constituyen un equilibrio perfecto en subjuegos).

Primeramente observemos que, de seguir la estrategia, ambas empresa venderán su producción en el mercado spot, en donde obtendremos la solución de Cournot. Es decir, $s_1 = s_2 = 3{,}3$, $q = 6{,}6$, $p = 3{,}3$ y $\Pi_1 = \Pi_2 = 11{,}11$. Debemos mostrar cómo ninguna otra estrategia ofrece beneficios mayores para la empresa que la adopte. Es inmediato que, dado que el comportamiento en el mercado spot es el de Cournot sobre la demanda residual en ese momento, cualquier cambio en la estrategia debe hacerse en el mercado de futuros.

Comencemos por considerar la mejor desviación en el periodo primero para la empresa 1, anticipando la reacción de la empresa 2 y suponiendo que no habrá desviaciones en ningún otro periodo. Esta mejor desviación se calcula resolviendo el siguiente problema:

maximizar pq_1 respecto a q_1

sujeto a

$$p = 10 - q_1 - q_2,$$
$$q_1 = f_1^1 + s_1,$$
$$q_2 = f_2^2 + s_2,$$
$$f_2^2 = \frac{10 - f_1^1}{4},$$
$$s_1 = s_2 = \frac{10 - f_1^1 - f_2^2}{3}$$

Tras las sustituciones adecuadas, el problema se reduce a

maximizar $(30 - 3f_1^1)(30 + 9f_1^1)$ respecto a f_1^1

La solución de este problema es $f_1^1 = 3{,}33$. El resto de las variables toman los valores: $f_2^2 = 1{,}66$, $s_1 = s_2 = 1{,}66$, $q_1 = 5$, $q_2 = 3{,}33$, $p = 1{,}66$, $\Pi_1 = 8{,}33$ y $\Pi_2 = 5{,}55$. Se observa que la empresa 1 no tiene incentivos a cambiar la estrategia postulada como equilibrio por esta otra. Como ésta ha sido calculada como la mejor desviación en el primer periodo, ninguna otra es posible. Es inmediato extender esta conclusión a desviaciones de un único periodo que no sea el primero, por cuanto al comienzo de cada periodo el juego tiene las mismas características que el original excepto por el tamaño de la demanda residual. Desviaciones y castigos serán proporcionales a esta demanda residual. Tampoco es posible una desviación beneficiosa que incluya desviaciones en varios periodos, puesto que, de igual manera, a cada desviación correspondería un castigo que la haría desventajosa. Si la empresa ha realizado una desviación, también tiene incentivos a dejarse castigar y no vender más a futuros puesto que lo contratio sería como una desviación en varios periodos que, ya hemos visto, no compensa. Finalmente debemos comprobar que tampoco la empresa a la que le corresponde realizar el castigo tiene incentivos a desviarse. Esto es inmediato porque se ha escogido, precisamente, como estrategia de castigo la solución óptima de la empresa 2 cuando es la única que vende a futuros en la demanda residual tras la desviación de la primera.

La conclusión final de este estudio es que el resultado de Cournot es posible en equilibrio cuando hay infinitos periodos para vender a futuros. De hecho, es posible sostener muchos otros equilibrios en este modelo, entre ellos el resultado competitivo. Para ver esto último no hay más que recordar que el equilibrio del caso límite encontrado en Allaz y Vila es, efectivamente, un equilibrio. En cada momento, cada empresa reacciona de la mejor manera posible ante la acción de la rival. Resultados intermedios entre el de competencia perfecta y el de Cournot se pueden sostener con el mismo castigo que sustenta la solución de Cournot, pero aplicado ahora a desviaciones respecto de la estrategia que consiste en vender a futuros entre ambas empresas la cantidad adecuada para que, junto con la cantidad de Cournot en el mercado spot, el resultado sea el que queremos mostrar. Es decir, al considerar el juego infinito, en número de equilibrios aumenta considerablemente y el resultado competitivo no es más que una posibilidad entre muchas.

Nótese que el modelo estudiado no es un juego repetido y que, por tanto, no es posible referirse directamente a los resultados de la Teoría de Juegos (teoremas Folk) para señalar el resultado encontrado, aunque, evidentemente, guarda una gran analogía con ellos. No es un juego repetido porque en cada etapa cambia el conjunto de estrategias (según lo realizado en las etapas anteriores) y, sobre todo, porque los pagos no están asociados directamente a las acciones en cada etapa, sino al resultado final del juego.

De entre todos los equilibrios posibles, el descrito para sostener el resultado de Cournot es especialmente interesante por varias razones:

(i) A pesar de que formalmente requiere cierta elaboración, conceptualmente es muy sencillo: si alguna empresa vende a futuros, en el periodo siguiente la otra empresa se comporta como si fuera la única que pudiera vender en ese mercado. Esta estrategia recuerda a otra en los juegos repetidos, como es la conocida como Tit For Tat, en la que cada jugador simplemente hace lo que el rival en el periodo anterior. Mientras que Tit For Tat no es equilibrio al comienzo de cada periodo (sólo al comienzo del juego), la estrategia descrita sí lo es.

(ii) No presenta problemas de renegociación. En los juegos repetidos es usual sostener resultados beneficiosos para ambos jugadores con etapas de castigo que penalizan no sólo al que se desvía, sino también al jugador que debe castigar. En estos casos es posible que los jugadores encuentren ventajoso olvidar la etapa de castigo y volver a otra situación (ésta sería la renegociación). Cuando esto ocurre, el equilibrio no es muy sostenible, pues dependía de que este castigo fuera creíble. En nuestro caso no se presenta este problema, por cuanto el castigo perjudica solamente a quien se desvía y premia a quien castiga. Además, los pagos de seguir con la estrategia de equilibrio, siendo los de Cournot, no son mejorables para ambos jugadores en equilibrio.

Finalmente conviene decir unas palabras acerca de la conveniencia de usar un modelo con un número infinito de periodos. Aunque tomado literalmente no se corresponde con ninguna realidad posible, ésta es la manera de tratar el caso en que las dos empresas disponen de cualquier instante para realizar sus operaciones en el mercado de futuros y en el que no está bien definido cuál es el último instante para realizar estas operaciones. La indefinición de un horizonte final es matemáticamente equivalente a un horizonte infinito. No hay tampoco ninguna inconsistencia en suponer infinitos periodos previos al mercado spot, basta con suponer que aquellos periodos tienden a estar infinitamente cercanos entre sí.

El resultado pro-competitivo encontrado por Allaz y Vila se desvanece cuando consideramos este modelo, que no es más que un estudio directo del que estos mismos autores consideran como límite de sus modelos.

Posiciones no observables.

Un aspecto importante a la hora de establecer los mercados de futuros se refiere a la manera de regular la publicidad de las transacciones que tienen lugar en ellos. Hughes y Kao (1997) estudian esta cuestión y sugieren implicaciones regulatorias a la luz de los resultados obtenidos. En esta sección explicamos su modelo y sus resultados para, a continuación, ofrecer varias visiones alternativas que matizan sus conclusiones.

Volvamos al modelo de Allaz y Vila cuando $T = 1$, pero consideremos ahora que las posiciones en el mercado de futuros no son observables, de manera que cada empresa debe decidir sus posiciones en el mercado spot sin conocer más que las cantidades contratadas a futuros por ella misma y no por la empresa rival.

Recordemos que la función de reacción de la empresa en el modelo de Allaz y Vila toma la forma:

$$q_1 = \frac{10 + f_1 - q_2^{'}}{2},$$

donde $q_2^{'}$ es la conjetura que se forma la empresa 1 sobre la producción de la empresa 2, conjetura que debe estar basada en la propia función de reacción de la empresa 2 que la empresa 1 anticipa:

$$q_2^{'} = \frac{10 + f_2^{'} - q_1^{'}}{2}$$

De manera similar, la empresa 2 debe anticipar una producción para la empresa 1 de la forma

$$q_1^{'} = \frac{10 + f_1^{'} - q_2^{'}}{2}$$

En equilibrio las conjeturas son correctas. Resolviendo el sistema que forman encontramos

$$q_1^{'} = \frac{10 + 2f_1^{'} - f_2^{'}}{3},$$

$$q_2^{'} = \frac{10 + 2f_2^{'} - f_1^{'}}{3}$$

Ahora podemos sustituir estos valores en las funciones de reacción y en la función de demanda resolver la etapa correspondiente al mercado spot

$$q_1 = \frac{10 + \frac{3}{2}f_1 + \frac{1}{2}f_1' - f_2'}{3},$$
$$q_2 = \frac{10 + \frac{3}{2}f_2 + \frac{1}{2}f_2' - f_1'}{3},$$
$$p = 10 - q_1 - q_2$$

Finalmente la empresa 1, en la primera etapa, correspondiente al mercado de futuros, se planteará el siguiente problema de maximización

maximizar $\quad pq_1 \quad$ con respecto a f_1

sujeto a

$$q_1 = \frac{10 + \frac{3}{2}f_1 + \frac{1}{2}f_1' - f_2'}{3},$$
$$q_2 = \frac{10 + \frac{3}{2}f_2 + \frac{1}{2}f_2' - f_1'}{3},$$
$$p = 10 - q_1 - q_2$$

De las condiciones de primer orden obtenemos

$$f_1 = \frac{f_2 - f_2'}{2}$$

Para la empresa 2 obtendríamos una expresión similar. Como en equilibrio las expectativas deben ser consistentes ($f_i = f_i'$), llegamos a la solución $f_1 = f_2 = 0$ y, a partir de ahí, $s_1 = s_2 = q_1 = q_2 = 3{,}3$, $q = 6{,}6$, $p = 3{,}3$ y $\Pi_1 = \Pi_2 = 11{,}11$, que es la solución de Cournot. Este resultado se extiende de manera inmediata a un número T finito de periodos de toma de posiciones en el mercado de futuros. De ahí Hughes y Kao concluyen que la observabilidad es crucial para obtener el resultado pro-competitivo de Allaz y Vila.

Posiciones no observables. Un enfoque alternativo.

Al resolver el caso anterior hemos hecho uso de un supuesto implícito: las empresas no pueden inferir las posiciones en el mercado de futuros a partir del precio. Ésta es una hipótesis muy restrictiva dado que, en este modelo, el precio y la cantidad total están íntimamente relacionados a través de la demanda.

En el estudio anterior, en el momento de maximizar los beneficios de una empresa, se consideraban independientes de las acciones en el mercado de futuros de la rival (como consecuencia, se argumentaba, de la no observabilidad de esta acción). Para ilustrar la información que puede ofrecer el precio partamos de la situación de Cournot obtenida, es decir: $f_1 = f_2 = 0$, $s_1 = s_2 = q_1 = q_2 = 3{,}3$ y $p = 3{,}3$. Si la empresa 1 decide vender en el mercado de futuros ($f_1 > 0$), el precio de este mercado variará y, con él el del mercado spot, que debe coincidir. Esto es cierto incluso si no hay reacción por parte de la empresa 2, ya que tras la venta a futuros, la mejor respuesta de la empresa 1 en el mercado spot es, de acuerdo con su función de reacción,

$$s_1 = \frac{10 - f_1 - s_2}{2}$$

como $f_1 > 0$ y $s_2 = 3{,}3$, tenemos

$$q_1 = f_1 + s_1 = \frac{10 - 3{,}3 - f_1}{2} + f_1 = 3{,}3 + \frac{1}{2} f_1 > 3{,}3$$

Esta mayor cantidad total sólo puede ser colocada en el mercado a un precio menor que el que prevalecía, es decir, $p < 3{,}3$. Como el precio es conocido por la empresa 2, podrá inferir una venta en el mercado de futuros por parte de la rival.

Para calcular el equilibrio teniendo en cuenta la información revelada por el precio tengamos en cuenta los siguientes hechos:

(i) Debido al supuesto de no arbitraje en equilibrio, un precio p en cualquier mercado indica que los agentes anticipan una cantidad total de $10 - p$.

(ii) Las cantidades totales ofrecidas por las empresas (q_1 y q_2) deben dividirse entre los mercados spot y de futuros de la siguiente manera: (a) Las cantidades ofrecidas en el mercado spot (s_1 y s_2) deben constituir un equilibrio de Cournot en la demanda residual tras las posiciones f_1 y f_2 en el mercado de futuros y (b) Las posiciones en el mercado de futuros deben ser la elección óptima cuando se anticipa la reacción en la segunda etapa.

Estas son las mismas condiciones que teníamos en el caso de posiciones observables para un periodo, por tanto el equilibrio vuelve a ser $f_1 = f_2 = 2$ $s_1 = s_2 = 2$, $q_1 = q_2 = 4$, $p = 2$, y $\Pi_1 = \Pi_2 = 8$.

La conclusión es que, en este modelo, el hecho de que las posiciones sean o no observables no tiene ninguna consecuencia sobre el equilibrio. Las empresas pueden deducir estas posiciones con total precisión. La misma conclusión se deduce para cualquier número finito de periodos en el mercado de futuros.

Posiciones no observables. Un segundo enfoque alternativo.

Otra posibilidad en el caso de posiciones no observables es que la demanda en el mercado de futuros no reaccione ante desviaciones de las empresas. Ésta es una modelización explícita del supuesto implícito de Hughes y Kao. Esto implicará la posibilidad de un precio distinto en ambos mercados. Precisamente la insensibilidad de la demanda en el mercado de futuros se puede interpretar como una situación en la que los agentes en este mercado no tienen en cuenta las posibilidades de arbitraje entre ambos mercados. Veamos primero por qué el resultado de Cournot no es un equilibrio en esta situación y, a continuación, encontremos el equilibrio.

Partamos, entonces, de la situación de Cournot, con las cantidades $f_1 = f_2 = 0$, $s_1 = s_2 = q_1 = q_2 = 3{,}3$ y $p = 3{,}3$. Consideremos una desviación $f_1 > 0$ por parte de la empresa 1. Como hemos supuesto el mercado de futuros insensible ante estas desviaciones, debemos seguir suponiendo un precio $p_f = 3{,}3$ en este mercado. Si esto es así, la mejor desviación de la empresa 1 será vender todo lo que el mercado de futuros pueda absorber a ese precio. Es decir $f_1 = 10 - 3{,}3 = 6{,}6$. Los beneficios serán 22,22 en lugar de 11,11. En el mercado spot quedará una demanda residual de $p_s = 10 - 6{,}6 - s$, que estará totalmente suplida por la empresa 2, que ofrece $s_2 = 3{,}3$. El precio en el mercado spot, tras esta desviación será $p_s = 0$.

El análisis anterior nos facilita la búsqueda del equilibrio. En general, si las empresas están vendiendo s_i en el mercado spot y f_i en el mercado de futuros, de manera que el precio es $p = 10 - s_1 - s_2 - f_1 - f_2$, ambas tendrán incentivo a vender a futuros toda la cantidad que la demanda pueda absorber a este precio, que es precisamente $s_1 + s_2 + f_1 + f_2$. Esta es la mejor manera de aprovecharse de la insensibilidad del precio en el mercado de futuros. De hecho, en equilibrio no debe quedar ninguna venta en el mercado spot, ya que de otra manera seguiríamos encontrando este tipo de desviaciones. En equilibrio, entonces, las empresas venderán la mayor cantidad posible compatible con la demanda, es decir: $f_i =$ indeterminado, $f_1 + f_2 = 10$, $p = 0$. Éste es justamente el resultado competitivo.

Una posible objeción a esta versión del modelo (aparte de la hipótesis de falta de sensibilidad del mercado de futuros) es la siguiente. Consideremos el plan de no vender a futuros y vender la cantidad de Cournot en el mercado spot. Incluso si en el mercado de futuros hay muchos agentes, cualquiera de ellos debería detectar la desviación consistente en vender una cantidad positiva en el mercado de futuros, siempre y cuando participe comprando alguna cantidad en este mercado. Sabido esto, lo siguiente es anticipar un precio menor en el mercado spot y, por tanto, negociar a la baja el precio en el mercado de futuros. En otras palabras, en su interpretación literal, la hipótesis de una demanda insensible en el mercado de futuros es contradictoria con el resto del modelo. Sin embargo hay dos posibles justificaciones frente a esta objeción. Si hay muchos agentes en el mercado de futuros, la empresa que se desvía puede hacerlo vendiendo una cantidad muy pequeña a cada uno de ellos, de manera que la cantidad observada por cada agente es muy pequeña y el cambio esperado en el precio también mínimo, como para no ser tenido en cuenta en el análisis. Alternativamente, la condición $f_i = 0$ puede interpretarse como una descripción matemática ideal que, en la realidad corresponde a $f_i = \varepsilon$, donde ε es un número arbitrariamente pequeño. En este caso, una desviación por parte de una empresa que consista en vender pequeñas cantidades adicionales a muchos agente no sería detectada.

Resumen.

Los resultados establecidos en la literatura mostraban lo siguiente:

1.- Los mercados de futuros tienen un fuerte efecto pro-competitivo,

2.- Para que este efecto tenga lugar, las posiciones en el mercado de futuros deben ser observables.

En este trabajo, hemos llegado a conclusiones bastante diferentes:

1.- El efecto pro-competitivo de los mercados de futuros no tiene por qué darse. De hecho hay equilibrios en estrategias sencillas que son robustos frente a posibles renegociaciones cuyo resultado es el mismo que en ausencia de mercados de futuros,

2.- La observabilidad no presenta ningún problema especial si la demanda en el mercado de futuros es sensible ante desviaciones (el precio en este mercado es informativo de la cantidad total).

2'.- Si la demanda en el mercado de futuros no es sensible a las desviaciones, es la falta de observabilidad la que favorece el resultado pro-competitivo. De hecho, en este caso, se alcanza el resultado de competencia perfecta con único periodo en el mercado de futuros.

4. *Mark up* en el mercado de futuros

En esta sección estudiamos la consecuencia de introducir un *mark up* en el precio del mercado de futuros con respecto al precio en el mercado spot. En este nuevo modelo las razones del *mark up* no se explican endógenamente, sino que se asumen. La existencia de este *mark up* puede motivarse por la existencia de imperfecciones de mercado (costes de transacción, falta de competencia, fallos de información, aversión al riesgo de los agentes,...) que den como resultado que las empresas deben pagar un precio por cubrirse frente a incertidumbres futuras.

Sea p_s el precio en el mercado spot, p_f el precio en el mercado de futuros y sea que $p_s = p_f + m$, donde $m > 0$ es el *mark up*. En estas circunstancias el problema de las empresas en el mercado spot es el mismo que en el modelo original. En la primera etapa de toma de posiciones a futuros, el problema de la primera empresa es:

maximizar $\quad p_f f_1 + p_s s_1 \quad$ respecto a f_1 y a s_1

sujeto a

$$p_s = \frac{10 - f_1 - f_2}{3},$$
$$s_1 = \frac{10 + 2f_1 - f_2}{3},$$
$$p_f = p_s - m$$

Planteando y resolviendo el problema análogo para la empresa 2 encontramos como estrategia de equilibrio

$$f_1 = f_2 = \frac{10 - 9m}{5}$$

Así, por ejemplo, si $m = \frac{10}{9}$, entonces $f_1 = f_2 = 0$ y volveríamos al resultado de Cournot.

Como siguiente ejercicio podemos comparar la influencia del *mark up* en la cantidad de equilibrio con la influencia que tienen otras variables del modelo, como son las cantidades vendidas por las empresas en cada uno de los mercados. Para ello, derivemos la expresión de s_i respecto de *m*, así: $\frac{\partial s_1}{\partial m} = \frac{\partial s_1}{\partial f_1}\frac{\partial f_1}{\partial m} + \frac{\partial s_1}{\partial f_2}\frac{\partial f_2}{\partial m} = -\frac{3}{5}$.

Como referencia puede compararse con otras derivadas: $\frac{\partial s_1}{\partial s_2} = -\frac{1}{2}$ y $\frac{\partial s_1}{\partial f_2} = -\frac{1}{3}$.

Como conclusión, hemos observado que si hay una diferencia entre los precios en el mercado de futuros y en el mercado spot, el efecto pro-competitivo que pudiera tener el mercado de futuros disminuye. Además, la sensibilidad de las cantidades totales (y por tanto del efecto pro-competitivo) con respecto a esta diferencia es muy alta.

5.- Precios políticos y mercado de futuros.

En su definición más estricta, un precio político sería aquél decidido por la administración estatal con (relativa) independencia del precio que resultara en equilibrio sin esta intervención. Con una definición menos estricta, cabe hablar de precios políticos como resultado de acuerdos entre la administración y los agentes que operan en el mercado cuyo precio se trata. En el caso particular del protocolo para el sector eléctrico español, se llegó precisamente a un acuerdo de este tipo. Las empresas se comprometían a unas bajadas paulatinas del precio de la electricidad y, a cambio, el Estado reconocía ciertos costes de transición a la competencia. Como el pago de estos costes se condiciona al cumplimiento en la bajada de los precios, las empresas tienen un incentivo a que los precios evolucionen de la manera acordada.

No es el objetivo de este trabajo estudiar si estos incentivos son suficientes o si el protocolo es un mecanismo eficiente o no. Nuestro propósito es otro, el de estudiar la influencia de un mercado de futuros cuando en el mercado spot funciona un acuerdo de este tipo. Para aislar este estudio de otros factores, consideraremos un caso de acuerdo en el que las empresas mantienen su libertad de acción, pero que incurren en unos costes si no se produce la evolución pactada tales que no encuentran beneficioso desviarse de ella. Como la adhesión al acuerdo es libre, esto quiere decir que, *ex-ante*, el acuerdo es beneficioso para las empresas.

Partamos de una situación en la que dos empresas compiten a la Cournot y que, a partir de ahí, se propone un acuerdo político sobre precios. Es cierto que en el caso del sector eléctrico español, la situación inicial podría ser distinta, como la de un sector regulado. Como veremos, el argumento sobre el efecto de un mercado de futuros no sería distinto y, en cambio, ganaríamos en complejidad. Recordemos que el resultado de Cournot establece los siguientes valores de las variables en ausencia de mercado de futuros: $q_1 = q_2 = 3{,}3$, $q = 6{,}6$, $p = 3{,}3$ y $\Pi_1 = \Pi_2 = 11{,}11$. Supongamos ahora que se quiere establecer un acuerdo para llegar a la situación de competencia perfecta en cuatro periodos: $q = 10$, $p = 0$ y $\Pi_1 = \Pi_2 = 0$, con los siguientes precios en estos periodos intermedios: $p_1 = 3$, $p_2 = 2$, $p_3 = 1$ y $p_4 = 0$. La tabla siguiente resume los resultados en cada periodo de seguirse este acuerdo:

$t = 1$	$q = 10 - 3 = 7$	$q_1 = q_2 = 3{,}5$	$\Pi_1 = \Pi_2 = 3{,}5 \times 3 = 10{,}5$
$t = 2$	$q = 10 - 2 = 8$	$q_1 = q_2 = 4$	$\Pi_1 = \Pi_2 = 4 \times 2 = 8$
$t = 3$	$q = 10 - 1 = 9$	$q_1 = q_2 = 4{,}5$	$\Pi_1 = \Pi_2 = 4{,}5 \times 1 = 4{,}5$
$t \geq 4$	$q = 10 - 0 = 10$	$q_1 = q_2 = 5$	$\Pi_1 = \Pi_2 = 5 \times 0 = 0$

La diferencia de beneficios entre el acuerdo y la situación de Cournot en cada periodo es de 0,6, 3,1, 6,6 y 11,1, respectivamente. Los costes de transición a la competencia deben compensar por estas pérdidas para que las empresas acepten el acuerdo de reducción de precios. Para una tasa de descuento (de actualización de pagos futuros) de 0,9, estas pérdidas por adoptar el acuerdo se calculan en valor del periodo presente de acuerdo con la fórmula:

$$\text{Pérdidas} = 0{,}9 \times 0{,}6 + 0{,}9^2 \times 3{,}1 + 0{,}9^3 \times 6{,}6 + \sum_{t=4}^{\infty} 0{,}9^t \times 11{,}1 = 80{,}62$$

Cualquier compensación en concepto de costes de transición a la competencia debe dar un valor actual descontado equivalente o superior a estas pérdidas para que las empresas adopten el acuerdo.

Supongamos que, en esta situación, se introduce el mercado de futuros. En el modelo de Allaz y Vila se tomarán posiciones en el mercado de futuros con la restricción añadida de que la cantidad total en cada periodo no debe ser inferior a la necesaria para que el precio sea el acordado. Si sólo hay una etapa de toma de posiciones en el mercado de futuros antes de cada mercado spot, tenemos calculado en equilibrio en cada periodo como: $f_1 = f_2 = 2$, $q_1 = q_2 = 4$, $p = 2$, $s_1 = s_2 = 2$ y $\Pi_1 = \Pi_2 = 8$. Es decir, en este caso, durante los dos primeros periodos, el precio estaría igual o por debajo del acordado, mientras que en los siguientes estaría por encima, con lo que se perderían los pagos en concepto de costes de transición. Introduciendo esta restricción en el modelo de Allaz y Vila para estos periodos tendremos que las empresas deberán aumentar las cantidades producidas. El único equilibrio posible es vender todo en el mercado de futuros y nada en el mecado spot.

Para ilustrar por qué esto debe ser así, consideremos el periodo tercero. Según el acuerdo, el precio debe ser $p = 1$, con lo que la cantidad total debe ser $q = 9$. Si la suma de las posiciones en el mercado de futuros no suma esta cantidad (por ejemplo, $f_1 = f_2 = 2$), en el mercado spot debe venderse la diferencia (en el ejemplo, $s_1 = s_2 = 2{,}5$). En la situación del ejemplo, cualquiera de las empresas tendría incentivos a vender en el mercado de futuros una parte mayor de su producción. Por ejemplo, si la empresa 1 se desvía de la situación anterior y decide $f_1 = 5$ sabe que en el mercado spot la cantidad total debe ser $s = 9 - 5 - 2 = 2$. Si esta cantidad se reparte a medias entre las empresas (debido a la simetría del ejemplo), la situación final es que la empresa 1 ha ganado cuota de mercado a costa de la empresa 2 y sin alterar el precio final. Las posiciones en el mercado de futuros sirven, entonces, para ganar cuota de mercado. Como las dos empresas tienen este incentivo, el resultado final es que, en el periodo tercero, las posiciones serán: $f_1 = f_2 = 4{,}5$ y $s_1 = s_2 = 0$.

Esta situación en la que toda la producción se vende a futuros se repetirá en los periodos siguientes. En la versión infinita del modelo de Allaz y Vila (cuando la toma de posiciones en el mercado de futuros se puede realizar en cualquier momento previo al mercado spot), el resultado se extiende también a los primeros periodos de la transición para aquellos equilibrios en los que no se produce el efecto pro-competitivo (en particular, para el equilibrio que se producen las cantidades de Cournot).

El ejemplo que se ha estudiado ofrece un escenario muy particular. Sin embargo puede adaptarse para cubrir, sin mayores cambios en las conclusiones, otras circunstancias. Así, si las situaciones de inicio son distintas a la competencia a la Cournot, no tendremos más que trabajar con los beneficios en esta situación y compararlos con los nuevos si se produce el acuerdo. La situación inicial puede ser el mantenimiento del *status quo* de una industria regulada o bien una regulación alternativa si no se llega a un acuerdo como el descrito. Por ejemplo, consideremos que la falta de acuerdo supone pasar a una nueva regulación que permite la libre entrada de empresas y que se anticipa que, en esta situación, entrarán en el sector dos nuevas empresas. Los beneficios de referencia para aceptar o no los costes de transición y, con ellos, la reducción de precios, serían los que se obtienen compitiendo a la Cournot entre cuatro empresas. De igual manera, si la situación en ausencia de un acuerdo con la administración es la de un acuerdo colusivo de las empresas (para repartirse, no la cantidad total de Cournot, sino la de monopolio, que ofrece beneficios máximos), los beneficios de referencia serán mayores y, con ellos, las reclamaciones de costes de transición.

Finalmente, consideremos la posibilidad de que el acuerdo suponga una reducción gradual del precio, pero sin llegar al precio de competencia perfecta (por ejemplo, el acuerdo sólo incluye $p_1 = 3$ y $p_2 = 2$). Consideremos ahora que se introduce un mercado de futuros con infinitos momentos en que tomar posiciones. Así las cosas, para estos dos periodos repetiríamos los argumentos anteriores y el resultado sería el mismo que en ausencia de este mercado en lo que toca a cantidades totales y precios finales. Sin embargo esta etapa de transición puede estar seleccionando un equilibrio de entre los posibles en cuanto se acabe el periodo de transición. Es decir, de entre los equilibrios posibles en el modelo con mercados de futuros, el periodo de transición está favoreciendo que el equilibrio que prevalezca sea el correspondiente a unas cantidades en los mercados spot y de futuros compatibles con el precio en el último periodo de la transición, en nuestro caso $p = 2$. El posible efecto pro-competitivo del mercado de futuros habría desaparecido totalmente, incluso tras la finalización del periodo de acuerdo.

Según este estudio, la introducción de un mercado de futuros en unas circunstancias en las que el precio se rige por acuerdos políticos tiene todavía un efecto pro-competitivo más limitado del observado en un mercado sin este tipo de acuerdos. El precio político fija las cantidades totales, que se repartirán entre ambos mercados. Cuando termine la etapa en la que el acuerdo es válido, todavía influirá a través de la inercia que ha inducido en los agentes, permitiéndoles una sencilla coordinación en uno de los múltiples equilibrios.

6.- Incertidumbre en la demanda

Una de las razones, aparte de las consideraciones estratégicas ya vistas, por las que las empresas pueden encontrar atractivo el mercado de futuros es que les permite hacer frente a riesgos futuros. La parte de la producción ya vendida en el mercado de futuros no está sujeta a las incertidumbres futuras. Como una empresa neutral al riesgo que maximice beneficios esperados no encuentra coste adicional por enfrentarse a una situación de incertidumbre, debemos postular un comportamiento distinto para analizar cómo afecta esta protección frente al riesgo a la relación entre los mercados de futuros y spot.

El modelo de Hughes y Kao.

En esta sección mostramos el resultado de Hughes y Kao (1997) en una versión simplificada de su modelo. Consideremos que la demanda en el mercado spot es $p = A - q$, donde A es una variable aleatoria que puede tomar los valores 8 y 12 con idéntica probabilidad. Obsérvese que el valor esperado de A es 10, como en los ejemplos que venimos manejando hasta ahora. Supongamos además que las empresas maximizan, no beneficios esperados, sino el valor esperado de una función cóncava de los beneficios (es decir, maximizan la utilidad esperada de los beneficios con una función que denota aversión al riesgo). Sea esta función $u_i(\Pi_i) = -e^{-\Pi_i}$. La condición de no arbitraje se traduce en que el precio en el mercado de futuros debe ser igual al precio esperado en el mercado spot. La incertidumbre afecta al mercado de futuros solamente. Antes de tomar las decisiones en el mercado spot, la incertidumbre se resuelve. Ésta es una hipótesis natural en el sector eléctrico, donde la demanda se puede estimar con mucha precisión a corto plazo. Supongamos, finalmente que la toma de posiciones en el mercado de futuros se realiza una sola vez (el caso de periodos finitos es similar, mientras que el caso infinito requiere un estudio aparte).

El planteamiento y resolución del problema en estas condiciones es análogo al caso de no incertidumbre, con la salvedad de que, donde antes se usaba la función de beneficios, ahora se usa la función de utilidad esperada. En el mercado spot, al no haber incertidumbre, la maximización de la utilidad coincide con la maximización de beneficios, de manera que la solución es la ya conocida de Cournot en la demanda residual. Es decir:

$$q_1^A = \frac{A + 2f_1 - f_2}{3},$$

$$q_2^A = \frac{A + 2f_2 - f_1}{3}$$

$$p_s^A = \frac{A - f_1 - f_2}{3}$$

En términos esperados, estas variables toman los valores:

$$q_1^e = \frac{10+2f_1-f_2}{3},$$
$$q_2^e = \frac{10+2f_2-f_1}{3}$$
$$p^e = \frac{10-f_1-f_2}{3}$$

Para tomar sus decisiones en el primer periodo, la primera empresa debe resolver el siguiente problema.

maximizar

$$\Pi_1 = -\frac{1}{2}\exp\left\{-p_s^{12}\left(q_1^{12}-f_1\right)-p_f f_1\right\}-\frac{1}{2}\exp\left\{-p_s^{8}\left(q_1^{8}-f_1\right)-p_f f_1\right\},$$

sujeto a las expresiones obtenidas para cantidades y precios.

Tras la sustitución de dichas expresiones, el problema se reduce a maximizar la siguiente expresión con respecto a f_1

$$\Pi_1 = -\frac{1}{2}\exp\left\{-\frac{12-f_1-f_2}{3}\left(\frac{12+2f_1-f_2}{3}-f_1\right)-\frac{10-f_1-f_2}{3}f_1\right\}$$
$$-\frac{1}{2}\exp\left\{-\frac{8-f_1-f_2}{3}\left(\frac{8+2f_1-f_2}{3}-f_1\right)-\frac{10-f_1-f_2}{3}f_1\right\}$$

Para la empresa 2 maximizaríamos una expresión análoga. La solución de ambos problemas nos conduce a los siguientes resultados: $f_1 = f_2 = 2{,}77$, $q_1^{12} = q_2^{12} = 4{,}92$, $q_1^{8} = q_2^{8} = 3{,}59$, $q_1^{e} = q_2^{e} = 4{,}25$, $p_s^{12} = 2{,}15$, $p_s^{8} = 0{,}81$, $p_s^{e} = 1{,}48$, $\Pi_1^{12} = \Pi_2^{12} = 8{,}75$, $\Pi_1^{8} = \Pi_2^{8} = 4{,}79$, $\Pi_1^{e} = \Pi_2^{e} = 6{,}77$ y $u_1 = u_2 = -4{,}23 \times 10^{-3}$. Es decir, la presencia de incertidumbre hace aumentar la toma de posiciones en el mercado de futuros con respecto a la situación en que la demanda esperada es cierta (o con respecto a la misma situación de incertidumbre, pero con empresas neutrales al riesgo). La aversión al riesgo refuerza el resultado pro-competitivo de Allaz y Vila.

Una alternativa al modelo de Hughes y Kao.

Cuando el número de periodos en el mercado de futuros aumenta, este resultado implica una convergencia más rápida al resultado completamente competitivo. Cuando el número de periodos es suficientemente grande y con un periodo final lo suficientemente indeterminado como para poder modelizarse como infinito, podremos repetir el equilibrio que lleva a las cantidades y precio de Cournot (ahora en términos esperados) en los mismos términos que en ausencia de incertidumbre. Es decir, las empresas se abstienen de tomar posiciones en el mercado de futuros a no ser que la rival lo haga. Comprobemos que estamos, efectivamente, ante una situación de equilibrio. Supongamos que la empresa 1 decide desviarse de la mejor manera posible en el primer periodo. Resolverá el siguiente problema (el análogo al caso ya visto, salvo por la función de utilidad esperada).

maximizar

$$\Pi_1 = -\frac{1}{2}\exp\left\{-p_s^{12}\left(q_1^{12} - f_1^1\right) - p_f f_1^1\right\} - \frac{1}{2}\exp\left\{-p_s^8\left(q_1^8 - f_1^1\right) - p_f f_1^1\right\}$$

respecto a f_1^1
sujeto a

$$p_s^8 = 8 - q_1^8 - q_2^8,$$
$$p_s^{12} = 12 - q_1^{12} - q_2^{12},$$
$$q_1^8 = f_1^1 + s_1^8,$$
$$q_1^{12} = f_1^1 + s_1^{12},$$
$$q_2^8 = f_2^2 + s_2^8,$$
$$q_2^{12} = f_2^2 + s_2^{12},$$
$$f_2^2 = \frac{10 - f_1^1}{4},$$
$$s_1^{12} = s_2^{12} = \frac{12 - f_1^1 - f_2^2}{3},$$
$$s_1^8 = s_2^8 = \frac{8 - f_1^1 - f_2^2}{3}$$

La solución de este problema da como resultado $f_1^1 = 4{,}18$ y $f_2^2 = 1{,}45$. De ahí calcularíamos el resto de las variables. Lo que más nos interesa es el valor de la utilidad esperada de la empresa que se desvía: $u_1(f_1^1 = 4{,}18, f_2^2 = 1{,}45) = -6{,}26 \times 10^{-4}$. Este valor es inferior al que obtiene sin desviarse $u_1(f_1^1 = 0, f_2^2 = 0) = -4.8 \times 10^{-4}$. Como ya vimos, esto es suficiente para descartar cualquier posible desviación del la empresa 1. En cuanto a la empresa 2, también obtiene una mayor utilidad cumpliendo su parte cuando le corresponde castigar a la 1 que si no lo hace ($u_2(f_1^1 = 4{,}18, f_2^2 = 1{,}45) = -3{,}32 \times 10^{-2}$ frente a $u_2(f_1^1 = 4{,}18, f_2^2 = 0) = -9{,}98 \times 10^{-2}$). En este caso no se ha calculado el castigo que más conviene a la empresa 2, pero esto tampoco representa mayor problema, por cuanto una desviación por parte de la empresa 2 será a su vez castigada. Si el castigo desincentiva las desviaciones respecto de la estrategia de no tomar posiciones en el mercado de futuros, con más razón desincentivará desviarse de estrategias que son mejores.

Siguiendo el análisis realizado en el caso de ausencia de incertidumbre, podemos estudiar el efecto de la observabilidad. Según Hughes y Kao, si las posiciones no son observadas, el resultado será también pro-competitivo, aunque en menor medida que con observabilidad. Aquí se detectaría una diferencia con el caso de información perfecta, en donde la ausencia de observabilidad nos devolvía a la solución de Cournot. La razón es que, a pesar de que las empresas no observan la toma de posiciones en el mercado de futuros, ambas sabrán de los motivos de cobertura de riesgo que las impulsarán a vender en este mercado. Anticipando este comportamiento, en equilibrio se venderá a futuros. Nuestra crítica a esta conclusión es la misma que en el caso sin incertidumbre. Las posiciones en el mercado de futuros implicarán cambios en el precio a futuros. Este precio, que coincide con el precio spot esperado, varía dependiendo de las cantidades totales según la función de demanda esperada. Así, pues, el precio a futuros sigue siendo un indicador de las posiciones en el mercado de futuros. Si las empresas condicionan su comportamiento a estas variaciones, es irrelevante si las empresas observan o no las cantidades vendidas a futuros, se deducen a partir del precio. En caso de que el precio del mercado de futuros fuera insensible a estos aumentos en la cantidad, se repetiría el mismo razonamiento que en el caso de demanda cierta. Las empresas se aprovecharían para vender en el mercado de futuros toda la cantidad posible, el único equilibrio compatible con este comportamiento nos lleva al resultado competitivo.

Resumen.

Los resultados con incertidumbre en la demanda encontrados en la literatura son los siguientes:

1.- La incertidumbre aumenta el efecto pro-competitivo del mercado de futuros.

2.- Cuando el número de periodos en el mercado de futuros tiende a infinito, el equilibrio tiende al resultado de competencia perfecta.

3.- En ausencia de observabilidad en las posiciones a futuros, el efecto pro-competitivo persiste, aunque aminorado.

En nuestro análisis las conclusiones son algo distintas:

1.- La incertidumbre aumenta el efecto pro-competitivo del mercado de futuros cuando el número de periodos en este mercado es finito.

2.- Cuando el número de periodos es infinito, se mantiene la misma multiplicidad de resultados de equilibrio (entre Cournot y competencia perfecta). El resultado de Cournot se puede conseguir con estrategias sencillas y a prueba de renegociación.

3.- La observabilidad es irrelevante dado que el precio a futuros es completamente informativo de las posiciones tomadas en este mercado.

3'.- En el caso en que el precio a futuros es insensible a variaciones en las cantidades, el efecto pro-competitivo, lejos de aminorarse, se hace extremo.

En modelos habituales de comportamiento oligopolista se han estudiado los efectos de la incertidumbre en la función de demanda en el mercado spot. En estos modelos las empresas deben tomar sus decisiones en este mercado sin saber exactamente el tamaño de la demanda. Cuando se estudia el comportamiento a lo largo de varios periodos, se encuentra que las empresas no conocen con exactitud si las variaciones sobre los valores esperados de las variables se deben a realizaciones de la demanda o a desviaciones de las empresas rivales respecto de una estrategia propuesta. Es decir, en estos modelos, el precio no es informativo de las acciones de las empresas. El comportamiento colusivo de las empresas se ve dificultado por esta circunstancia. En nuestro caso, el hecho de que la incertidumbre se resuelva antes de la toma de posiciones en el mercado spot y la presencia de un mercado de futuros perfectamente competitivo (sin arbitraje) resuelve este tipo de incertidumbres. De esta manera, a pesar de que en el mercado spot la demanda es incierta, el precio sigue siendo informativo. Esto se debe a que el precio agrega la información que tienen todos los agentes acerca de cómo anticipar la incertidumbre.

7.- Competencia en funciones de oferta

Klemperer y Meyer (1989) proponen un modelo alternativo de competencia oligopolística, la competencia en funciones de oferta. Varios autores (entre ellos Green, 1997) han usado este modelo para estudiar la relación entre los mercados spot y de futuros. (Hay un trabajo anterior, Green y Newbery, 1992, donde se aplica este modelo al sector eléctrico británico, pero sólo para el estudio del mercado spot). En esta sección presentamos el nuevo modelo para, a continuación, introducir en él los mercados de futuros y estudiar sus consecuencias.

El modelo de competencia en funciones de oferta supone que las empresas toman como estrategia, no la cantidad (Cournot) ni el precio (Bertrand), sino toda la función de oferta. Es decir, cuando las empresas toman sus decisiones de cómo producir, lo hacen comprometiéndose a una cantidad en función del precio que prevalezca en el mercado; en otras palabras, se comprometen a una función de oferta. Klemperer y Meyer justifican con varios ejemplos cómo este compromiso puede darse en la realidad. Sin embargo, en el sector eléctrico existe una razón bien clara. En algunos países (entre ellos España) el operador de mercado (la institución encargada de casar ofertas y demandas) requiere de las empresas productoras una función de oferta, que se usará para determinar precios y cantidades. Es decir, el operador del mercado está definiendo el tipo de competencia entre las empresas. A partir de aquí, las preguntas relevantes se refieren a si este nuevo espacio de estrategias conduce a comportamientos distintos del de Cournot o Bertrand.

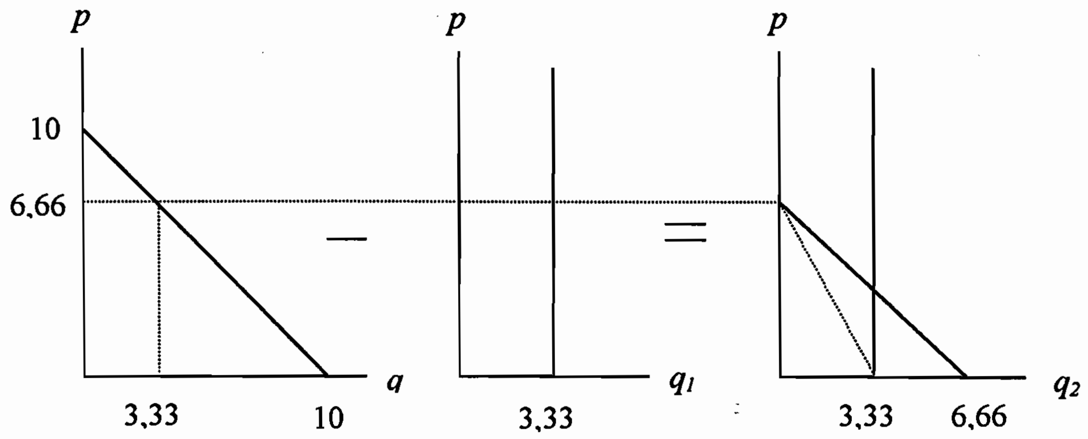
Tomemos de nuevo nuestro ejemplo de un sector con una demanda lineal dada por $p = 10 - q$, y con costes nulos por parte de cada una de las dos empresas que operan en el mercado. Un equilibrio en funciones de oferta supone encontrar una función de oferta para cada empresa de manera que dada la función de la rival, ninguna empresa encuentra beneficioso usar otra función. Ilustremos este tipo de competencia con varios ejemplos de equilibrios.

El resultado de Cournot.

Veamos cómo se puede obtener el resultado de Cournot en un equilibrio en funciones de oferta. Para ello consideremos que cada empresa opta por la función $q_i = 3{,}33$ y comprobemos que esto es, efectivamente, un equilibrio.

Puesto que la empresa 1 producirá la cantidad $q_1 = 3{,}33$ independientemente del precio, la demanda residual de la empresa 2 es $p = 10 - 3{,}33 - q_2$. La estrategia óptima en este caso es producir $q_2 = 3{,}33$ con un precio $p = 3{,}33$. Éste es exactamente el resultado de Cournot. Cualquier función de oferta por parte de la empresa 2 que contenga al punto ($p = 3{,}33$, $q_2 = 3{,}33$) será una mejor respuesta frente a la acción de la empresa 1. En particular, la función de oferta $q_2 = 3{,}33$ es una mejor respuesta. Por simetría, lo mismo podemos decir de la empresa 1, de manera que el par de funciones ($q_1 = 3{,}33, q_2 = 3{,}33$) constituyen un equilibrio en funciones de oferta.

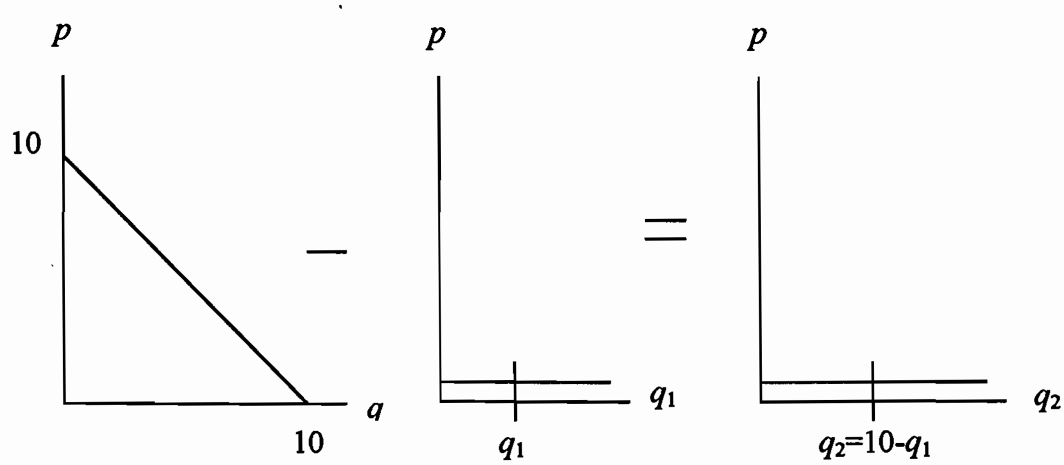
Podemos representar este caso gráficamente:



El gráfico de la derecha representa la demanda, el del centro la función de oferta de la primera empresa. En el de la derecha se representa la demanda residual (línea continua inclinada) resultante de restar a la demanda total la oferta de la primera empresa, la función de ingreso marginal (línea discontinua) y la función de oferta de la empresa 2 (línea continua vertical). En este último gráfico se observa cómo, efectivamente, la empresa 2 produce $q_2 = 3{,}33$ al precio $p = 3{,}33$ (en realidad ofrece esta cantidad a cualquier precio) y cómo, para esta cantidad se igualan el coste marginal (cero) al ingreso marginal.

El resultado de Bertrand.

El resultado de Bertrand ($q = 0$) se puede obtener este modelo. Las funciones de oferta que conforman el equilibrio serán $p = 0$ para ambas empresas. Es decir, al precio $p = 0$ (recuérdese que el coste marginal es cero para simplificar los ejemplos) las empresas ofrecerán cualquier cantidad de producto. Este par de funciones de oferta constituye un equilibrio. La razón es sencilla, ambas empresas tienen beneficios nulos en el equilibrio, pero no podrán aumentar sus beneficios cambiando a una función que ofrezca alguna cantidad positiva a un precio positivo, puesto que será la rival quien se quede con esa demanda al precio cero. Las cantidades ofertadas por cada empresa quedan indeterminadas, pero el total será $q_1 + q_2 = 10$. Gráficamente, las funciones de oferta son líneas rectas horizontales coincidentes con el eje de las cantidades (por comodidad visual, se han trazado ligeramente por encima del eje).



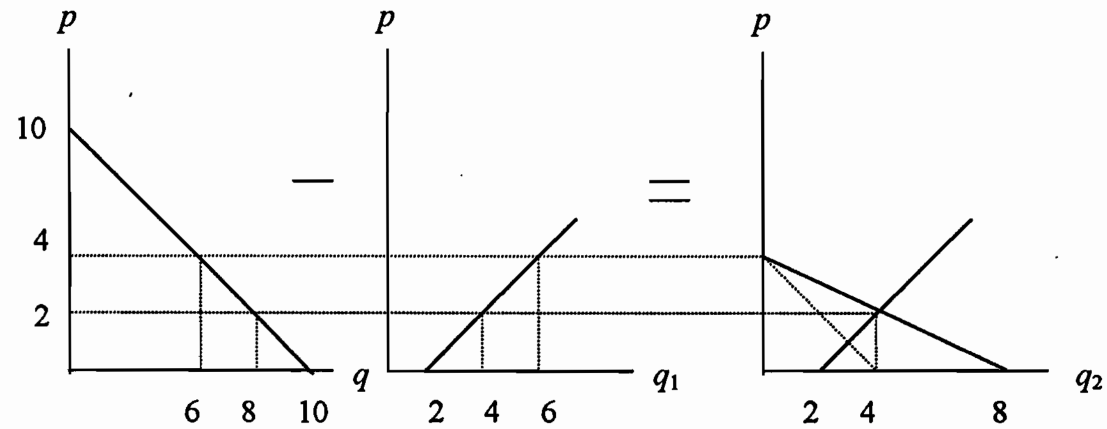
Resultados intermedios.

Se puede ilustrar un caso intermedio simétrico con las funciones de oferta $q_1 = q_2 = 2 + p$. Para comprobar que se trata de un equilibrio debemos comprobar en primer lugar que, en la demanda residual que le queda a cada empresa, esta función de oferta contiene el punto al que el ingreso marginal es igual al coste marginal. En segundo lugar, esta cantidad, junto con la de la rival, debe supone un precio compatible con el punto antes obtenido. La demanda residual de la empresa 1 se obtiene restando en cantidades las funciones de demanda y de oferta de la empresa 2. Es decir: $p = 10 - q_1 - q_2 = 10 - q_1 - 2 - p$, y de ahí $p = 4 - \frac{1}{2}q_1$. En esta demanda residual, la empresa 1 debe maximizar sus beneficios.

maximizar pq_1

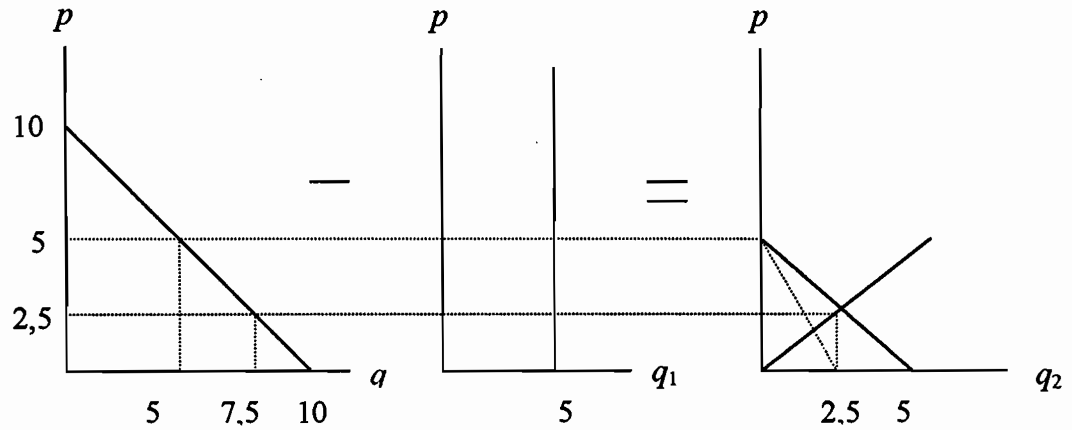
sujeto a $p = 4 - \frac{1}{2}q_1$

La solución es $q_1 = 4$. El precio calculado en esta demanda residual es $p = 2$. Para la empresa 2 repetiríamos estos cálculos y obtendríamos $q_2 = 4$ y $p = 2$. En la demanda total comprobamos que el precio $p = 2$ requiere, efectivamente, $q = 8$. Gráficamente:

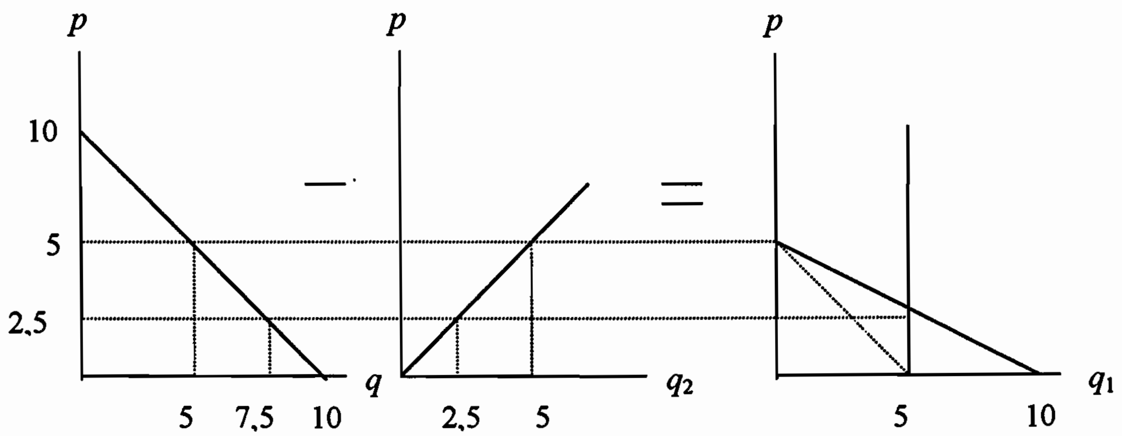


En el primer gráfico se ilustra la demanda; en el segundo, la función de oferta de la empresa 1; en el tercer gráfico, en línea continua con pendiente negativa, se muestra la demanda residual para la empresa 2 tras restar la oferta de la empresa 1. En línea discontinua se presentan los ingresos marginales y en línea continua con pendiente creciente la función de oferta de la empresa 2, igual a la de la empresa 1. El gráfico de la derecha se muestra cómo la empresa 2 consigue, con esa función de oferta, asegurarse la maximización de beneficios. Como el caso es simétrico, para la empresa 1 tendríamos la misma situación.

Como último ejemplo, ilustremos un equilibrio asimétrico. La empresa 1 elige la función $q_1 = 5$, y la empresa 2, $q_2 = p$. Debemos comprobar que con estas funciones de oferta cada empresa maximiza sus beneficios tomando como dado lo que hace la rival. La demanda residual de la empresa 2 es $p = 10 - 5 - q_2 = 5 - q_2$. Sobre esta demanda, su punto de maximización es $q_2 = 2{,}5$. El precio queda en $p = 2{,}5$, que está en su función de oferta. La demanda residual de la empresa 1 es $p = 10 - q_1 - q_2 = 10 - p - q_1$, es decir $p = 5 - \frac{1}{2}q_1$. Sobre esta demanda residual, la empresa 1 maximiza si ofrece la cantidad $q_1 = 5$, el precio calculado sobre esta demanda residual es $p = 2{,}5$. Este precio coincide con el obtenido para la otra empresa y el punto $(q_1 = 5, p = 2{,}5)$ está en la función de oferta de la empresa 1, con lo que el par de funciones de oferta constituye, efectivamente, un equilibrio. Los siguientes gráficos ilustran este caso.



En el gráfico central se representa la función de oferta de la empresa 1. En la derecha, con trazo continuo y pendiente negativa, la demanda residual de la empresa 2, en trazo discontinuo, la función de ingresos marginales y en trazo continuo con pendiente positiva, la función de oferta de esta empresa. Como las empresas no se encuentran en un equilibrio simétrico, el gráfico con la demanda residual de la empresa 2 queda distinto:



En el gráfico central está la función de oferta de la empresa 2 y en el derecho las funciones de demanda residual, de ingresos marginales y de oferta de la empresa 1.

En general, podemos encontrar cualquier precio entre el de competencia perfecta ($p = 0$) y el de Cournot ($p = 3{,}33$) como resultado de algún equilibrio en funciones de oferta. Es más, se puede mostrar este resultado usando únicamente funciones de oferta lineales e idénticas para ambas empresas. Una función de oferta lineal para la empresa i tendrá la forma $q_i = a + bp$, en donde los parámetros a y b no dependen de la empresa particular de que se trate puesto que vamos a trabajar con funciones de oferta idénticas para ambas. Introduciendo estas funciones en la función de demanda obtenemos $p = 10 - q_1 - q_2 = 10 - 2a - 2bp$, es decir,

$$p = \frac{10 - 2a}{1 + 2b}$$

y de ahí

$$q_i = a + b\frac{10 - 2a}{1 + 2b}.$$

De la función de demanda obtenemos la demanda residual de la empresa 1: $p = 10 - q_1 - q_2 = 10 - a - bp - q_1$, o también

$$p = \frac{10 - a - q_1}{1 + b}.$$

El problema de esta empresa es el siguiente.

$$\text{Maximizar} \qquad pq_1 = \frac{10 - a - q_1}{1 + b} q_1$$

El resultado es $q_1 = \frac{10 - a}{2}$. Como además teníamos $q_i = a + b\frac{10 - 2a}{1 + 2b}$, podemos escribir

$$\frac{10 - a}{2} = a + b\frac{10 - 2a}{1 + 2b},$$

reordenando términos, la expresión se reduce a

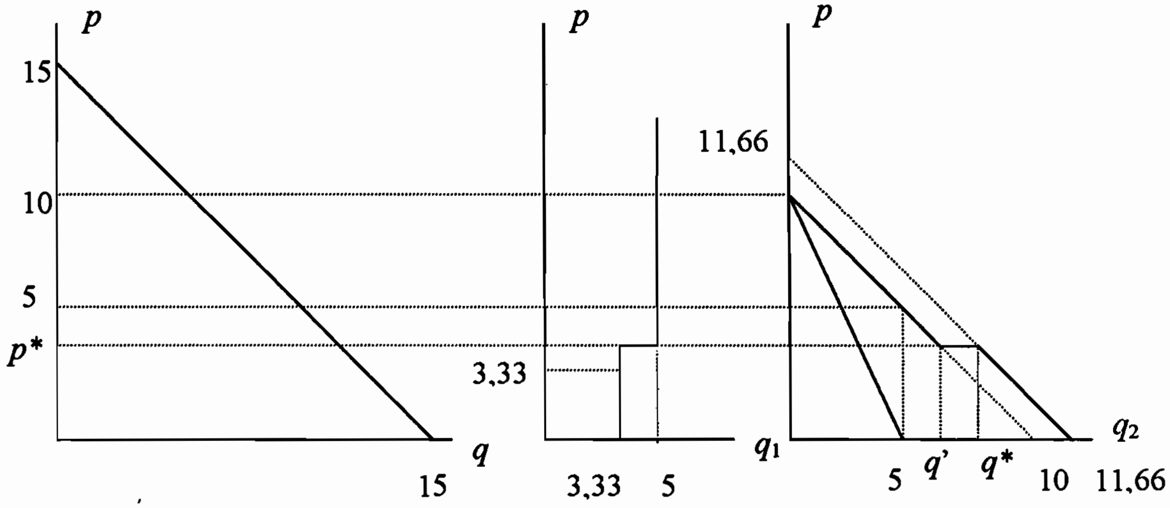
$$10 - 3a - 2ab = 0.$$

Los distintos valores de a y b que satisfacen la condición anterior definen pares de funciones de oferta que constituyen equilibrios en este modelo. Así, por ejemplo, si $b = 0$ y $a = 3{,}33$, las funciones de oferta son $q_i = 3{,}33$, con $p = 3{,}33$, que es el resultado de Cournot. Si $a = 0$ (y, por tanto, $b = \infty$), las funciones de oferta son $p = 0$, con $q_1 + q_2 = 10$, que es el resultado de Bertrand. Todos los resultados intermedios simétricos se obtienen con funciones de oferta para $0 < a < 3{,}33$.

Incertidumbre en la demanda.

El análisis de los equilibrios en funciones de oferta se complica enormemente cuando la demanda es incierta. En esta sección, simplemente mostraremos cómo el número de equilibrios se reduce. En particular, mostraremos cómo el resultado de Cournot se pueden dejar de obtener. Es todo lo que necesitaremos para interpretar los resultados obtenidos más adelante, cuando introduzcamos el mercado de futuros.

Consideremos que la función de demanda es de la forma $p = A - q$, donde A puede tomar los valores 10 ó 15 con igual probabilidad. Cuando $A = 10$, la solución de Cournot es $q_1 = q_2 = p = 3{,}33$, mientras que cuando $A = 15$, la solución es $q_1 = q_2 = p = 5$. Veamos que no es posible encontrar funciones de oferta en equilibrio que contengan esos puntos. Observemos para ello la siguiente gráfica.



En la figura de la izquierda se representan una de las dos posibles realizaciones de la función de demanda. En la figura del centro se representa una posible función de oferta para la empresa 1 que pasa por los puntos de Cournot para cada realización, es decir, por $q_1 = p = 3{,}33$ y por $q_1 = p = 5$. La figura de la derecha muestra, con trazo continuo, la demanda residual de la empresa 2 para la realización de la figura de la izquierda y la función correspondiente a los ingresos marginales entre $q_2 = 0$ y $q_2 = q'$. Los ingresos marginales entre $q_2 = q'$ y $q_2 = q^*$ son p^* y para $q_2 > q^*$ vuelven a ser negativos. Para encontrar el punto de maximización de beneficios de la empresa 2 debemos comparar los obtenidos en los puntos donde el precio se iguala al coste marginal. Para $q_2 = 5$ se cumple esta condición y los beneficios son $\Pi_2(p = 5, q_2 = 5) = 5 \times 5 = 25$. Para $q_2 = q^*$, los beneficios son $\Pi_2(p^*, q^*) = p^* q^*$, como $q^* = 11{,}66 - p^*$ y $5 \geq p^* \geq 3{,}33$, estos beneficios varían entre $\Pi_2(p^* = 5, q^* = 6{,}66) = 33{,}33$ y $\Pi_2(p^* = 3{,}33, q^* = 8{,}33) = 27{,}77$. Es decir, dada la función de oferta de la empresa 1 del tipo representado en la figura central, la empresa 2 no elegirá una función de oferta que pase por el punto de Cournot ($q_2 = 5, p = 5$), sino por el punto ($q_2 = q^* > 5, p = 3{,}33$). Para funciones de oferta con pendiente positiva, esto impide que pase también por el punto anterior.

Consideremos otras funciones de oferta para la empresa 1 que pasen por los puntos $q_1 = p = 3{,}33$ y $q_1 = p = 5$. Los resultados anteriores se han obtenido para el caso en que la función de oferta es totalmente vertical alrededor de estos puntos. Si la función tuviera pendiente positiva en el punto $q_1 = p = 5$, la demanda residual para la empresa 2 estaría desplazada hacia la derecha en ese precio y, con ella, la función de ingresos marginales, por lo que el punto de maximización de la empresa 2 al precio $p = 5$ sería una cantidad distinta de $q_2 = 5$ (la curva de ingresos marginales desplazada a la derecha implica que una cantidad ligeramente mayor reporta más beneficios).

8- Mercados de futuros y competencia en funciones de oferta.

El modelo de Green.

Green (1997) realiza un estudio sobre el efecto de un mercado de futuros en un modelo de competencia en funciones de oferta. En su modelo usa una función de demanda lineal aleatoria y permite unos costes cuadráticos. La demanda toma la forma $q = A - bp$ (coincide con la de nuestros ejemplos cuando $b = 1$), donde A es una variable aleatoria. La función de costes de cada empresa es $c_i(q_i) = \frac{1}{2}c_i q_i^2$ (si $c_1 = 0$, los costes son nulos). Denotemos, además, por f_i la toma de posiciones de la empresa *i* en el mercado de futuros, y por p_f el precio en este mercado. La función de oferta de la empresa *i* es $q_i(p)$.

Con esta descripción podemos escribir la función de beneficios de las empresas. Por ejemplo, para la empresa 1, tendremos:

$$\Pi_1 = p\left(A - bp - q_2(p) - f_1\right) + p_f f_1 - \frac{1}{2}c_1\left(A - bp - q_2(p)\right)^2$$

La expresión de beneficios ha quedado expresada en función del precio en lugar de las cantidades de la empresa 1. Dada una cantidad de la empresa 2, elegir la cantidad por parte de la empresa 1 es lo mismo que elegir el precio, dado que ambos estarán ligados por la función de demanda residual. Al maximizar los beneficios del precio obtenemos:

$$A - bp - q_2(p) - f_1 + \left(p - c_1\left(A - bp - q_2(p)\right)\right)\left(-b - \frac{dq_2}{dp}\right) = 0$$

Restringiéndonos a funciones de oferta lineales ($q_i = \alpha_i + \beta_i p$), tenemos $q_1 = \alpha_1 + \beta_1 p = A - bp - q_2(p)$. Con esta igualdad y con $dq_2/dp = \beta_2$ podemos rescribir la expresión anterior como

$$\alpha_1 + \beta_1 p = f_1 + \left[p - c_1(\alpha_1 + \beta_1 p)\right](b + \beta_2)$$

o bien

$$\alpha_1 + \beta_1 p = f_1 - c_1\alpha_1(b + \beta_2) + (1 - c_1\beta_1)(b + \beta_2)p$$

Como la demanda es aleatoria, la relación anterior debe cumplirse para todos los valores de *p* y podemos escribir

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= f_1 - c_1\alpha_1(b + \beta_2), \\ \beta_1 &= (1 - c_1\beta_1)(b + \beta_2) \end{aligned}$$

es decir,

$$\alpha_1 = \frac{f_1}{1+c_1(b+\beta_2)},$$
$$\beta_1 = \frac{b+\beta_2}{1+c_1(b+\beta_2)}$$

Para la empresa 2 obtendremos expresiones análogas. Antes de seguir adelante observemos tres hechos:

1.- Si $c_i = 0$, las expresiones anteriores se reducen a $\alpha_i = f_i$ y $\beta_i = \infty$, como esto último sólo es compatible con $\alpha = 0$, concluimos que $f_i = 0$. Éste es el resultado de Bertrand en el mercado spot.

2.- Si la demanda no es aleatoria, las últimas expresiones no tienen por qué cumplirse. Estaríamos en el caso más sencillo de competencia en funciones de oferta donde cualquier resultado entre Cournot y competencia perfecta se puede obtener en equilibrio.

3.- Cuando la demanda no es aleatoria y se selecciona el equilibrio de Cournot, estamos en el modelo de Allaz y Vila.

Sustituyendo las expresiones encontradas para α_i y β_i en las funciones de p y q_i obtenemos unas expresiones para estas variables en función de las posiciones en el mercado de futuros,

$$p(f_1,f_2) = \frac{1}{b+\beta_1+\beta_2}\left(A - f_1\frac{\beta_1}{b+\beta_2} - f_2\frac{\beta_2}{b+\beta_1}\right),$$
$$q_i(f_1,f_2) = \frac{\beta_i}{b+\beta_1+\beta_2}\left(A + f_i - f_j\frac{\beta_j}{b+\beta_i}\right)$$

Sustituyéndolas en la función de beneficios, podremos encontrar las posiciones de equilibrio en el mercado de futuros. La condición de no arbitraje implica, además, $p_f = p$. Por simplicidad, supongamos que $c_1 = c_2 = c$. La empresa i resolverá el siguiente problema.

maximizar $\quad \Pi_i = p(f_1,f_2)q_i(f_1,f_2) - \frac{1}{2}c_i(q_i(f_1,f_2))^2$ con respecto a f_i

La solución es una expresión, para cada empresa, de la forma

$$f_i = -q_i \frac{(2\beta + b)\dfrac{df_j}{df_i}}{\beta + b - \beta\dfrac{df_j}{df_i}}$$

Donde df_j/df_i expresa la variación en la toma de posiciones a futuros por la empresa rival ante variaciones en la propia posición. Si $df_j/df_i = -1$ (variaciones conjeturales tipo Bertrand), entonces $f_i = q_i$. Si, en cambio, $df_j/df_i = 0$ (variaciones conjeturales tipo Cournot), obtenemos $f_i = 0$. En el primer caso se vende toda la producción en el mercado de futuros y el precio coincide con el de competencia perfecta ($p = c$), mientras que en el segundo no se toman posiciones a futuros y el precio sería el correspondiente al equilibrio en funciones de oferta en ausencia de este mercado.

Discusión.

El modelo de competencia en funciones de oferta es más cercano a la manera en que se realizan las operaciones en el mercado spot del sector eléctrico en comparación con los modelos de Cournot o Bertrand, de ahí el interés de su estudio. Las conclusiones de este modelo son muy distintas según la demanda en el mercado spot presente o no incertidumbre.

En el caso de demanda no aleatoria, las conclusiones son de existencia de múltiples equilibrios en el mercado spot. Moreno y Delgado (1998) estudian la robustez de estos equilibrios y encuentran que el resultado de Cournot es particularmente fuerte. Es inmune, no sólo a desviaciones individuales (como todo equilibrio), sino también a desviaciones coordinadas de varias empresas. En términos de la Teoría de Juegos, se trata de un equilibrio a prueba de coaliciones. Consideremos solamente los equilibrios simétricos en funciones de oferta. Ya hemos visto que, en equilibrio, se pueden obtener todos los precios entre el de Cournot y el de competencia perfecta. A medida que consideramos equilibrios con precios más altos (más nos acercamos a Cournot), más aumentan los beneficios totales. Como estamos en el caso simétrico esto implica que aumenta los de cada empresa. Así, pues, a las empresas les basta acordar verbalmente el resultado de Cournot para que, inmediatamente, sin ninguna necesidad de monitorizarse una a la otra, tengan incentivos a producir según este equilibrio. En este caso, la introducción del mercado de futuros no aportará nada distinto a lo ya estudiado en el caso de competencia a la Cournot.

En el caso de demanda aleatoria, la multiplicidad de equilibrios tiende a disminuir. De hecho, para el caso en el que la incertidumbre de la demanda obedece a una distribución de probabilidad continua, el equilibrio es único y está entre los resultados de Cournot y de competencia perfecta (ya hemos visto cómo el resultado de Cournot puede no obtenerse). Las consecuencias de introducir el mercado de futuros en este caso son, en el modelo de Green, ambiguas. Cabe encontrar, tanto el resultado de competencia perfecta, con toda la producción vendida a futuros, como el de ausencia de posiciones en este mercado. Esta posibilidad es novedosa y difiere del caso con demanda no aleatoria, donde sí se tomaban posiciones en el mercado de futuros. La razón es que la función de oferta de equilibrio en el mercado spot, con pendiente creciente, limita las posibilidades estratégicas de las posiciones en el mercado de futuros. Al aumentar las posiciones a futuros, el precio bajará, pero esto implica que, conforme a la función de oferta, debe bajar también la cantidad ofrecida en el mercado spot. En ausencia del compromiso en una función de oferta (Cournot) esta disminución no se daba.

La hipótesis de variaciones conjeturales de tipo Cournot es más racional que las alternativas. Se corresponde a la noción de equilibrio en una situación en la que los agentes escogen sus estrategias simultáneamente (alternativamente, sin ser observados por los demás, que tampoco podrán deducirlas del entorno en el momento en que escojan la suya). En estas circunstancias, una situación es de equilibrio si es inmune a desviaciones unilaterales, lo que quiere decir que basta que alguien encuentre beneficioso desviarse para que un determinado perfil de estrategias no sea de equilibrio. Como esto no implica (ni necesita implicarlo) que la situación tras la desviación sea un equilibrio, no se necesitan considerar otras variaciones conjeturales que las de Cournot.

Finalmente, en el caso del sector eléctrico, la demanda en el mercado spot se puede anticipar con mucha precisión a corto plazo, el necesario para decidir las posiciones en este mercado. De esta manera, en el modelo de competencia en funciones de oferta, debemos prestar más atención a los resultados para demandas no aleatorias. Para estos casos, el modelo de equilibrio en funciones de oferta nos devuelve a los modelos de Allaz y Vila y de Hughes y Kao en la versión revisada en las primeras secciones de este trabajo. Si acaso habría que sustituir el equilibrio de Cournot en el mercado spot por uno de los múltiples encontrados en funciones de oferta. En todo caso, el efecto pro-competitivo se debería al tipo de competencia en el mercado spot más que a la presencia del mercado de futuros. Aún así, hemos visto que el resultado de Cournot es robusto en este tipo de competencia.

Resumen.

En la literatura sobre equilibrios en funciones de oferta encontramos:

1.- Con demanda no aleatoria, existen múltiples equilibrios (cualquier precio entre competencia perfecta y Cournot).

2.- Con demanda incierta, el equilibrio tiende a una situación intermedia entre los dos extremos anteriores.

3.- Con demanda incierta, la introducción de mercados de futuros tiene un efecto nulo, extremo o intermedio, dependiendo de las conjeturas en este mercado. Por efecto nulo entendemos que no se altera el equilibrio en ausencia de este mercado; el efecto extremo se refiere al resultado competitivo.

En nuestra discusión encontramos conclusiones diferentes:

1.- Con demanda no aleatoria, el resultado de Cournot es especialmente robusto (en particular, ofrece mejores resultados para ambas empresas que cualquier otro equilibro simétrico).

2.- La demanda incierta no es una hipótesis muy atractiva para modelizar el comportamiento en el mercado spot.

3.- Con demanda incierta, las variaciones conjeturales en el mercado de futuros deben ser modelizadas en el sentido de Cournot.

4.- Con demanda concocida en el mercado spot (aunque incierta en el de futuros) se repiten los resultados de la competencia a la Cournot, incluidos los casos en que se incrementa el número de periodos de toma de posiciones en el mercado de futuros.

4'.- Con demanda incierta en el mercado spot, siguiendo el modelo de Green con variaciones conjeturales de tipo Cournot, el mercado de futuros no ofrece mejoras pro-competitivas.

9.- Comportamientos colusivos y mercados de futuros.

En la sección segunda se expusieron los comportamientos colusivos que se pueden derivar de la consideración repetitiva del mercado oligopolístico. En el modelo de Cournot podríamos definir como comportamiento colusivo aquél que coordina a las empresas en un equilibrio que les proporciona a ambas resultados superiores a los de Cournot en cada periodo. Veamos cómo afecta este comportamiento a las relaciones entre los mercados spot y de futuros en los distintos modelos estudiados.

(i) Competencia a la Cournot. Posiciones a futuros observables:

La estrategia colusiva será como la descrita en el caso del modelo de Cournot repetido con la salvedad que la cantidad que le corresponde producir a cada empresa se puede repartir entre los dos mercados sin ninguna limitación. En caso de empresas aversas al riesgo, decidirán vender a futuros la mayor parte de esta cantidad. En este caso, las posiciones en el mercado de futuros no son evidencia de ningún efecto pro-competitivo, antes al contrario. Las reacciones frente a las desviaciones se pueden condicionar, tanto a las cantidades observadas como al precio de mercado.

(ii) Competencia a la Cournot. Posiciones a futuros no observables:

Puesto que las reacciones frente a posibles desviaciones se pueden definir a partir del precio, no es necesaria la observabilidad de las acciones en el mercado de futuros para obtener el comportamiento colusivo. Solamente en el caso en que para llevar a cabo la etapa de castigo se necesite identificar a la empresa que se desvía será necesario conocer las acciones concretas de cada una de ellas. El problema surge cuando hay más de dos empresas. Sin embargo, ya se vio cómo es posible acordar etapas de castigo que no necesitan identificar a la empresa que se desvía.

(iii) Competencia en funciones de oferta:

Cuando no hay incertidumbre en la demanda, estamos en el caso de Cournot. Cuando la demanda es incierta, el comportamiento colusivo implica que cada empresa elige una función de oferta que pasa por los puntos correspondientes a su cuota de la cantidad de monopolio para cada una de las realizaciones de la demanda. Si esta estrategia se acompaña del castigo consistente en volver al equilibrio en funciones de oferta cuando el juego no se repite, constituirá una situación de equilibrio. A partir de ahí, la introducción del mercado de futuros solamente dará libertad a las empresas de decidir en qué mercado vender su producción. Las consecuencias sobre la relevancia de la observabilidad para mantener este comportamiento son las mismas que en el caso de competencia a la Cournot visto antes.

10. Conclusiones.

En los distintos modelos que se han estudiado en el presente trabajo podemos establecer las siguientes conclusiones.

1.- La presencia de un mercado de futuros puede tener un efecto pro-competitivo, pero sólo como una posibilidad.

2.- En los casos (equilibrios) en que se da el efecto pro-competitivo, éste se ve disminuido cuanta mayor sea la diferencia de precios entre en mercado de futuros y el spot (siendo el precio spot mayor) y cuanto más estén sometidos los precios a regulaciones políticas o a cualquier tipo de acuerdos.

3.- Los resultados más cercanos al comportamiento de Cournot son más robustos que los más cercanos al comportamiento competitivo en el sentido de que, en general son mejores para todas las empresas implicadas y no requieren más que una coordinación muy sencilla para llevarse a la práctica.

4.- Regulaciones sobre la observabilidad de los contratos no tienen una importancia relevante en la consecución de un tipo de resultados u otro, excepto en casos excepcionales de rigidez de la demanda en el mercado de futuros, en cuyo caso la ausencia de observabilidad aumentaría el efecto pro-competitivo.

5.- La exigencia de presentar una función de oferta (en lugar de una cantidad) como estrategia de una empresa en el mercado spot no altera sustancialmente el resultado respecto de la competencia a la Cournot.

6.- La aversión al riesgo de las empresas refuerza el resultado pro-competitivo cuando éste tenía lugar, pero no altera lo limitado de las circunstancias en las que esto ocurre.

7.- La observación de posiciones en los mercados de futuros es compatible con los siguientes sucesos:

(i) Comportamiento competitivo entre las empresas. Las posiciones se toman para cubrirse de riesgo y como acción estratégica para acaparar mercado.

(ii) Comportamiento de Cournot. Las posiciones se toman para cubrirse de riesgo. No hay motivo estratégico, al producirse solamente un desplazamiento de las posiciones en el mercado spot al de futuros, sin aumento en la cantidad total.

(iii) Comportamiento colusivo. La razón de las posiciones a futuros es idéntica a las del caso anterior.

(iv) Regulación o acuerdo de precios. De nuevo, sólo hay motivo de cobertura de riesgos en el mercado de futuros.

Recuérdese que en todo el trabajo nuestro principal interés ha sido estudiar la robustez de los resultados pro-competitivos del mercado de futuros. La experiencia en algunos países (sobre todo el caso de Inglaterra y Gales) es difícil de explicar con los resultados de los modelos de Allaz y Vila y de Hughes y Kao. En el Reino Unido, los mercados de futuros han sido criticados porque su opacidad parece permitir el ejercicio de un poder de mercado a las empresas productoras. Además, cuando se han introducido otros contratos más transparentes, su uso ha estado muy limitado. Las versiones alternativas que hemos propuesto a partir de los citados modelos permite compaginar el tratamiento teórico de los mercados de futuros con los hechos observados.

El presente trabajo se ha realizado a partir de los modelos de competencia en que se encontraban estos resultados. Poco o nada se ha dicho de los modelos en los que el mercado de futuros se usa como instrumento adicional para lograr objetivos colusivos entre las empresas. Como se ha encontrado que el resultado pro-competitivo es poco robusto, no es necesario incidir en contraponer dos grandes fuerzas (una pro-competitiva y otra favorecedora de la colusión). Aún así, en el trabajo Ferreira y Herguera (1999) se mencionan y explican algunas de estas posibles estrategias colusivas. Hay un aspecto que sí conviene aclarar. Cualquier objetivo colusivo es más fácil de alcanzar cuanto mayor sea la capacidad de las empresas para observar las acciones llevadas a cabo por las demás. En este sentido parecería que los mercados de futuros opacos son más aconsejables, por cuanto su transparencia tampoco favorecía la competencia. Sin embargo hay razones que apuntan justamente en la dirección contraria.

Primero, el mercado debe ser transparente para las autoridades, que necesitan de los datos de este mercado para determinar la existencia de posibles prácticas contrarias a la competencia

Segundo, la opacidad dificulta la agregación de la información sobre los estados de la naturaleza futuros y, con ello, la cobertura de riesgos que beneficia a los agentes implicados. Esto es especialmente relevante en el caso de nuevas empresas que estén considerando su entrada en el sector eléctrico. Sin información adecuada sobre lo que está ocurriendo en el mercado de futuros, no podrán tomar sus decisiones de manera eficiente, lo que supone un beneficio para las que ya están en el mercado.

Finalmente, a pesar de su opacidad, cada uno de los agentes que operan en el mercado de futuros tendrá una información parcial (la experiencia propia) de este mercado. Estadísticamente esta información será más fiable cuanto mayor sea el número de posiciones en este mercado. De nuevo, la opacidad del mercado perjudica más a los más pequeños y a los competidores potenciales. Además, si el poder de mercado está en la parte oferente (con un número pequeño de empresas) y la aversión al riesgo se encuentra en la parte demandante (además de la que pueda haber en la parte oferente), la opacidad facilita las prácticas de abuso este poder. Por ejemplo, si las compañías distribuidoras se enfrentan a un precio muy volátil en el mercado spot, estarían dispuestas a contratar en el de futuros a un precio más alto que la media en el spot a cambio de cubrirse frente a esta volatilidad. La falta de información en el mercado de futuros permite entonces políticas como la discriminación de precios además de la imposición de precios de oligopolio (Cournot) en este mercado o, incluso de precios más altos, como en el caso del comportamiento colusivo. La situación se ve empeorada si las distribuidoras tienen restricciones sobre precios máximos (si no pueden pasar al consumidor toda la volatilidad) y si, como ha ocurrido en el caso británico, por razones políticas se ven presionadas para entrar en el mercado de futuros (las Regional Electricity

Companies, de carácter público). El uso de los mercados de futuros, en este caso, es compatible con comportamientos de poder de mercado, contrariamente a las conclusiones del modelo de Allaz y Vila.

En todo caso, existen maneras más directas de impedir comportamientos colusivos y que no incurren en este tipo de costes, como son la implementación de las políticas de defensa de la competencia y de las leyes anti-trust y las medidas que favorecen la entrada de nuevas empresas en el mercado.

Referencias

Allaz, B., and Villa, J-L., 1993, "Cournot competition, forward markets and efficiency", *Journal of Economic Theory*, 59, pp 1-16.

CSEN, 1997, "Una simulación del funcionamiento del Pool de energía eléctrica en España".

Ferreira, J.L. e I. Herguera, 1999, "Régimen institucional de los mercados spot y de futuros en distintos países", Documento de Trabajo, serie de Economía 99-02 (01), Universidad Carlos III de Madrid.

Von der Fehr, N.-H. M. and Harbord, D., 1992, "Long-Term Contracts and Imperfectly Competitive Spot Markets: a Study of the UK Electricity Industry", memorandum 15/1992, Department of Economics, University of Oslo.

Green, R., 1997, "The Electricity Contract Market in England and Wales", DAE Working Paper 9616, Cambridge University.

Green, R. and D. Newbery, 1992, "Competition in the British Electricity Spot Market", *Journal of Political Economy*, 100(5) 929-953.

Hughes, J.S. and J.L. Kao, 1997, "Strategic Forward Contracting and Observability", *International Journal of Industrial Organization*, 16 121-133.

Klemperer, P.D. and M.A. Meyer, 1989, "Supply Function Equilibria in Oligopoly under Uncertainty", *Econometrica*, 57(6) Nov. 1243-1277.

Moreno, D. y J. Delgado, 1998, "Equilibrio a prueba de coaliciones en funciones de oferta en oligopolios", mimeo, Universidad Carlos III de Madrid.

Morch, N-H y D. Harbord, 1992, "Long-Term Contracts and Imperfectly Competitive Spot Markets: A Study of the U.K. Electricity Industry", mimeo, University of Oslo y London Economics.