



EL COLEGIO DE MÉXICO

CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ECONOMÍA

**COLUSIÓN EN SUBASTAS DE PRIMER PRECIO
E INDICADORES DE COLUSIÓN**

CAMILO ANTONIO CEPEDA FRANCESE

PROMOCIÓN 2018-2020

ASESOR:

DR. ALEJANDRO IDELFONSO CASTAÑEDA SABIDO

SEPTIEMBRE 2020

*A mis padres,
por todo el apoyo durante estos años.*

Resumen

El objetivo de esta tesis consiste en la realización de una revisión de literatura sobre la colusión en subastas de primer precio, los métodos econométricos que existen para detectarla y qué medidas regulatorias pueden ser tomadas para prevenirla. Para esto, nos enfocaremos principalmente en el caso de licitaciones públicas de medicamentos, aunque los resultados y la teoría expuesta sirvan para cualquier subasta de primer precio.

Para esto, hacemos un resumen de resultados canónicos en la teoría de subastas de primer precio a sobre sellado y las diferentes formas en las que se puede organizar la colusión. Luego, se hace una revisión de técnicas econométricas utilizadas para la detección de colusiones en subastas. Finalizamos con una revisión sobre la problemática de regulación en subastas y que medidas se pueden tomar para prevenir colusiones en ellas.

Índice general

1. Introducción	1
2. Compras de medicamentos en licitaciones	4
3. Subastas de primer precio	6
3.1. Equilibrio simétrico competitivo	7
3.2. Principio de equivalencia del ingreso	9
3.3. Precio de reserva óptimo competitivo	11
4. Colusión en subastas de primer precio	13
4.1. Carteles débiles	15
4.2. El problema de la entrada	18
4.3. Carteles fuertes	19
4.4. Medidas anti-carteles	20
4.5. Esquema rotativo de Aoyagi	21
4.6. Varianza en precios y colusión	25
5. Monitoreo de prácticas colusivas	28

6. Regulación de licitaciones	35
7. Conclusiones	40
Referencias	43

Capítulo 1

Introducción

Cada vez con más frecuencia los gobiernos están recurriendo a licitaciones para la realización de sus compras públicas. Las motivaciones para esto son varias. Una de ellas, por ejemplo, es que crean un marco institucional claro y transparente (con claras definiciones de los requisitos para ganar el contrato y las condiciones para hacerlo) que deja mucho menor espacio a la discrecionalidad de las autoridades públicas, especialmente si se lo compara con otros métodos de compra, como las asignaciones directas, que se pueden prestar fácilmente para corrupción.

No obstante, las licitaciones (o más generalmente las subastas) también tienen sus propios problemas. Entre ellos, podemos mencionar el caso de las colusiones. En los últimos años, COFECE, por ejemplo, ha detectado colusiones en compras públicas en medicamentos en el IMSS, guantes de látex, sondas, profilácticos o sistemas informáticos. Como se observa, el sector salud pareciera estar especialmente expuesto a estas prácticas, debido probablemente a la alta homogeneidad¹ de muchos de estos bienes y la inelasticidad² de su demanda. Esta situación haría conveniente la adopción por parte de diferentes entidades licitantes de medidas para prevenir, detectar y/o desarticular colusiones.

¹Se considera que la colusión en mercados con bienes homogéneos es más fácil, debido a que se reduce las dimensiones a pactar y monitorear. Por ejemplo, si existieran diferencias de calidad en el producto, la colusión requeriría un acuerdo respecto a calidades y al monitoreo para la detección de desviaciones. La homogeneidad simplifica significativamente entonces este proceso.

²La elasticidad de la demanda es, probablemente, una de las dimensiones claves que hacen viables la colusión. Si en un mercado se enfrenta a una demanda muy elástica será más difícil aumentar las ganancias con aumentos de precios. Por lo pronto, la elasticidad de la demanda residual de una empresa es uno de los elementos que definen el poder de mercado que tiene una empresa

El principal objetivo de esta tesis será, entonces, hacer una revisión de literatura sobre el tema de la detección y prevención de colusiones, con cierto énfasis en las compras públicas de medicamentos³, con el fin que pueda servir de guía o introducción a este campo.

La tesis está estructurada de la siguiente forma: Comenzaremos por discutir brevemente algunos antecedentes respecto a las compras públicas de medicamentos y en qué manera se han implementado sistemas de compras por licitaciones públicas en ellas. Luego en la tercera trataremos de justificar teóricamente por qué las licitaciones, en su formato de subasta de primer precio a sobre-sellado son adecuadas para este tipo de objetivos. Para esto, siguiendo a Krishna (2010), presentaremos algunas de las principales propiedades de este formato de subasta que las hacen especialmente aptas para estos fines: eficiencia en la asignación del contrato, minimización del costo del mismo y ser resistente a colusiones.

En base a esto, veremos varias maneras en las que se puede organizar un cartel en el marco de una subasta de primer precio a sobre sellado. Nos enfocaremos principalmente en los desarrollos clásicos de McAfee y McMillan (1992), en los que se derivan los esquemas colusivos óptimos para el caso estático, tanto para carteles con y sin pagos laterales. Complementaremos esto con el esquema de rotación propuesto por Aoyagi (2003), el cuál logrará superar el cartel óptimo propuesto por McAfee y McMillan (1992) recurriendo a estrategias dependientes en la historia, en el que los participantes se turnan para ganar el bien en tres fases. Por último, analizaremos el impacto de la colusión en la varianza de precios. Para esto, nos basaremos principalmente en Athey, Bagwell, y Sanchirico (2004), que, en el contexto de un Bertrand repetido con shocks de costos privados, explicará la rigidez de precios como una solución al problema de que los participantes revelen verazmente sus costos privados.

En la quinta veremos distintos métodos econométricos para la detección de carteles. Para esto, nos centraremos principalmente en la revisión de literatura realizada por Harrington (2005) y los desarrollos de Imhof, Karagök, y Rutz (2018) e Imhof (2017). Como veremos, las pruebas presentadas por Harrington (2005), si bien son bastante interesantes y sofisticadas, tienen requerimientos de información que las hacen poco prácticas de aplicar. De esta forma, Imhof et. al. nos presentarán con otras técnicas alternativas, de aplicación más sencilla y con menores requerimientos de información.

Para finalizar, discutiremos brevemente diferentes aspectos relativos a la regulación de licitaciones. Para esto, discutiremos brevemente algunos elementos generales respecto a la

³Los resultados, no obstante, aplican a cualquier subasta de primer precio, independiente de si son realizadas por entes públicos o con medicamentos

regulación económica desde un punto de vista levemente más jurídico. Para esto nos basaremos principalmente en Weishaar (2012), en base a quién plantearemos también nuestras recomendaciones regulatorias.

Capítulo 2

Compras de medicamentos en licitaciones

Producto de la transición epidemiológica y demográfica, se proyecta que los gastos en salud en América Latina subirán en las próximas décadas, lo que pondrá una creciente presión en las finanzas de unos sistemas de seguridad social de la región ya mal financiados. Según datos de la OPS¹, para 2017, los países de la región destinaban un 4% del PIB a salud (por debajo del recomendado de 6%), con alta dominancia del gasto de bolsillo² (sólo 6 países tenían gastos de esta clase por debajo del 20% recomendado). Según el organismo, la presencia de este tipo de gastos produce problemas importantes de acceso, además de reproducir, ahora en el plano de la salud, toda una serie de desigualdades sociales y económicas.

El gasto en medicamentos, según la OPS, representaría una parte importante del gasto en salud, llegando en 2010 a un 17% parte del total en América. Aquí también se reproduce la predominancia del gasto privado anteriormente mencionada: sólo un 25% estaría financiado con recursos públicos, quedando un 75% a cobertura de seguros privados o directamente gasto directo de los hogares. El documento de la OPS consigna a su vez que este gasto ha aumentado de un 1,2% del PIB en 2010 a un 2,2% en 2017 (según proyecciones para este último año).

Todas estas cuestiones nos plantean el desafío de, además de aumentar el gasto en salud, mejorar su eficiencia. En este sentido la aplicación de licitaciones públicas pueden ser un instrumento importante en alcanzar estas mejoras en eficiencia.

Según la revisión de literatura realizada por Petrou (2016), el uso de licitaciones tendría

¹https://www.paho.org/salud-en-las-americas-2017/?post_type=post_t_es&p=290&lang=es

²Se entiende por gasto de bolsillo los gastos en salud en los que ocurren privadamente los individuos, sin cobertura de un seguro, sea este privado o público.

efectos positivos, los que son más pronunciados en el caso de medicamentos genéricos y biosimilares debido a la existencia de varios productores, lo que crea las condiciones adecuadas para incentivar la competencia. Asimismo, Petrou y Talias (2015) también encuentran, en base a su estudio realizado en Chipre, reducciones significativas para el caso de los medicamentos de marca, con una reducción media de precios de un 25,9%. Se ha discutido (Kanavos, Seeley, y Vandoros, 2009). La sostenibilidad en el largo plazo de estas reducciones, ya que la naturaleza más competitiva de estos procesos podría ocasionar la salida del mercado de aquellos actores menos exitosos, favoreciendo la concentración y, por lo tanto, reduciendo a largo plazo³.

No obstante, las licitaciones públicas de medicamentos, especialmente si son genéricos o bioequivalentes, tienen ciertas características que crean incentivos a la colusión. Una de ellas es que estos insumos, por lo menos para el caso de medicamentos genéricos y algunos insumos médicos esenciales, suelen ser homogéneos y altamente estandarizados, situación que los hace bienes sustitutos. Esto facilita la formación de carteles, toda vez que reduce los requerimientos informacionales del monitoreo: sólo es necesario observar el precio o monto pedido en la licitación, información que es, por lo demás, pública, sin necesidad de entrar a controlar diferencias de calidad. Las licitaciones también tienen la característica de ser una forma de demanda inelástica: el contrato se adjudicará para cualquier bid mínima menor al precio de reserva, razón por la cual el mecanismo de licitación permite subir libremente el precio hasta el precio de reserva sin afectar la cantidad demandada por el ente licitante. Todo lo anterior redundaría en la necesidad fortalecer la regulación y fiscalización de los procesos de licitación para que las reducciones en precios de compra de fármacos sean efectivas.

³Petrou (2016) menciona que se han realizado, lamentablemente, pocos estudios sobre esto, por lo que no existiría evidencia contundente sobre si se estaría o no este efecto. El autor realiza, para el caso de Chipre, un análisis para el periodo 2006-2012, encontrando que las reducciones si han se sostenido en el tiempo.

Capítulo 3

Subastas de primer precio

A continuación, presentamos algunos de los resultados canónicos respecto a licitaciones de primer precio a sobre sellado con el objetivo de entender de mejor manera el funcionamiento de esta modalidad de subasta. Para esta sección nos basamos sobre todo en lo expuesto por Krishna (2010) en su libro 'Auction Theory'. Presentamos los resultados de la manera más general y acorde a la literatura, en la que cada agente tiene una valoración privada por el bien en subasta y no sobre los costos de proveer el contrato, como sería más adecuado para una licitación. La diferencia es, no obstante, cosmética ya que se mantienen los mismos resultados únicamente alternando la regla de asignación del máximo al mínimo. Se expondrán los resultados entonces con valoraciones privadas, y no costos, por su mayor generalidad.

Suponga una subasta con un conjunto de participantes $I = \{1, 2, \dots, N\}$, en la que cada uno de ellos se le revela privadamente su valoración individual X_i en función de la cuál realizan simultáneamente¹ sus posturas b_i ². Una vez realizadas las posturas, el subastador adjudica el objeto al participante que realizó la postura más alta, y este paga b_i al subastador.

Suponga además que los valores privados de los participantes $\{X_i\}_{i=1}^N$ se distribuye i.i.d para todos los los participantes con distribución de probabilidad F en el intervalo $[0, \omega]$, tal que $E[X_i] < \infty$ para todo i . Suponemos además que F tiene función de densidad $f = F'$ con soporte completo. Eventualmente, admitiremos que el soporte sea $[0, \infty)$.

¹Con simultáneamente queremos decir que las posturas son realizadas sin información respecto de las posturas de los otros participantes. Esto es, no pueden utilizar su comportamiento presente como insumo en la toma de decisiones

²Formalmente (Krishna, 2010) definimos la estrategia de postura como una función $\beta_i : [0, \omega] \mapsto \mathbb{R}_+$. Para el siguiente desarrollo supondremos que β_i es diferenciable y creciente

Dado que estas valoraciones son i.i.d, podemos fácilmente definir la distribución del máximo entre las posturas de los oponentes (que llamaremos K_1) como³ $W(k) = F(k)^{N-1}$.

3.1. Equilibrio simétrico competitivo

A continuación, derivaremos la forma que debe tener un equilibrio simétrico ¿Qué características tendría una estrategia óptima de puja para i ? Sea $\beta(x)$ la estrategia de postura de equilibrio para los jugadores $j \neq i$ y b_i la de un jugador i . Sabemos que la estrategia de i debe cumplir $b_i \leq \beta(\omega)$, ya que para todo $b > \beta(\omega)$ el jugador ganaría con probabilidad igual a uno, y podría mejorar haciendo cualquier postura b' tal que $b > b' \geq \beta(\omega)$. Además, un jugador con $x_i = 0$ que ganara la subasta obtendría un pago esperado negativo para todo $b_i > 0$, por lo que necesitamos que $\beta(0) = 0$. Por lo tanto, las posturas de equilibrio deberán cumplir estas dos condiciones.

Tendremos que el pago esperado de un participante i será de:

$$W(\beta^{-1}(b))(x - b) \quad (3.1)$$

Derivando en función de b obtenemos, dado el teorema de la derivada de la función inversa y las reglas usuales de derivación, la siguiente condición de primer orden:

$$\frac{w(\beta^{-1}(b))}{\beta'(\beta^{-1}(b))}(x - b) - W(\beta^{-1}(b)) = 0 \quad (3.2)$$

Dado que buscamos un equilibrio simétrico, introducimos ahora el supuesto que el jugador i realiza sus posturas según la misma estrategia, luego $b = \beta(x)$ y por lo tanto la expresión de 3.2 se simplifica a;

$$\begin{aligned} W(x)\beta'(x) + w(x)\beta(x) &= xw(x) \\ \frac{d}{dx}\{W(x)\beta(x)\} &= xw(x) \end{aligned} \quad (3.3)$$

Por lo que obtenemos una ecuación diferencial fácilmente resoluble. Integrando y despejando para $\beta(x)$ obtenemos que:

$$\beta(x) = \frac{1}{W(x)} \int_0^x yw(y)dy = E[K_1 | K_1 < x] \quad (3.4)$$

³Esto se demuestra fácilmente si observamos que, dado un jugador i , $W(k) = P[x_1 < k, \dots, x_{i-1} < k, x_{i+1} < k, \dots, x_n < k] = \prod_{j \neq i} P[x_j < k] = F(k)^{N-1}$

Por lo tanto, las posturas del participante i , dado un valor privado x_i , será igual al valor esperado de la máxima valorización del resto de participantes K_1 , dado que ésta sea menor a x_i . Con esto hemos establecido el comportamiento de i , dado el perfil estratégico del resto de jugadores. Falta ahora por determinar que éste perfil también es óptimo para el resto de jugadores.

Para esto, supongamos que el jugador i pujara de manera distinta a la función de 3.4, y al tener un valor x_i eligiera pujar algún monto b cualquiera. Sea ahora $z = \beta^{-1}(b)$ la valoración con la cual la estrategia de equilibrio β pujaría b . Luego, el pago esperado para el participante i por pujar $\beta(z)$ cuando su valor privado es x_i es igual a:

$$\begin{aligned}
\Pi(b, x) &= W(z)[x - \beta(z)] \\
&= W(z)x - W(z)E[Y_1 | Y_1 < z] \\
&= W(z)x - \int_0^z yw(k)dk \\
&= W(z)x - W(z)z + \int_0^z G(k)dk \\
&= W(z)(x - z) + \int_0^z G(k)dk
\end{aligned} \tag{3.5}$$

Por lo tanto tendremos que, tanto si $z \geq x$ como si $z \leq x$:

$$\Pi(\beta(x), x) - \Pi(\beta(z), x) = W(z)(z - x) - \int_x^z W(k)dk \geq 0$$

Por lo tanto, el pago al realizar una estrategia diferente a la especificada en 3.4 no puede ser mayor a la estrategia $\beta(x)$ de equilibrio. Luego podemos sintetizar esto en la siguiente proposición, a la que añadimos dos consecuencias directas:

Proposición 3.1.1. *Las estrategias de equilibrio en una subasta de primer precio están dadas por:*

$$\beta(x) = E[K_1 | K_1 < x]$$

Corolario 3.1.1.1. *En una subasta de primer precio, bajo un equilibrio simétrico, los participantes realizarán posturas por debajo de su valoración.*

Corolario 3.1.1.2. *En una subasta de primer precio, con un equilibrio de la forma anterior, el pago esperado de un jugador i con una valoración individual de x es igual a:*

$$\mu(x) = W(x)\beta(x) = W(x)E[K_1 | K_1 < x]$$

El corolario 3.1.1.2 es trivial. Para demostrar el corolario 3.1.1.1 esto utilizamos la integración por partes, por la cual sabemos que la siguiente expresión es equivalente a:

$$F(x)E[X | X < x] = \int_0^x tf(t)dt = xF(x) - \int_0^x F(t)dt$$

Sumando esto, más la proposición 3.1.1, podemos concluir que:

$$\beta(x) = x - \int_0^x \frac{W(k)}{G(x)} dk \leq x$$

Esto dado que la integral del lado derecho es siempre no negativa

$$\frac{W(k)}{W(x)} = \left[\frac{F(k)}{F(x)} \right]^{N-1} \geq 0$$

Además, de la proposición 3.1.1 y el hecho que $\beta(x)$ es creciente, se sigue la siguiente propiedad del equilibrio:

Observación. *En un equilibrio simétrico de la forma de 3.1.1, la asignación del bien es eficiente, ya que siempre es adjudicado al postor con mayor valoración.*

3.2. Principio de equivalencia del ingreso

Ahora, analizaremos uno de los resultados centrales de la teoría de subastas: que bajo ciertos supuestos, el ingreso esperado del subastador va a ser idéntico en cualquier subasta que tenga por regla de asignación darle el bien al participante que hizo la mayor postura. Llamaremos a este último tipo de subastas como estándar. Esto nos dice que, desde el punto de vista del vendedor, el mecanismo particular de la subasta no debería ser especialmente importante.

Proposición 3.2.1 (Principio de equivalencia del ingreso). *Supongamos que las valoraciones privadas X_i se distribuyen i.i.d y que los participantes son neutrales al riesgo. Entonces, el pago esperado del vendedor es el mismo en cualquier equilibrio simétrico y creciente de una subasta estándar en el que $m(0) = 0$*

Para demostrar esto, consideramos una subasta estándar arbitraria de forma A. Sea $\beta(x)$ la estrategia de equilibrio simétrico y creciente de A y $\mu^A(x)$ el pago esperado de equilibrio para un participante con valoración x . Suponemos además que $\mu^A(0) = 0$.

Consideremos entonces el pago esperado de un participante i^4 en el que todo el resto de participantes juega el perfil de equilibrio β . Supongamos que i obtiene una valoración x_i y realiza

⁴La forma específica que tendrá el pago dependerá de la modalidad específica de la subasta: puede ser su propia puja, si es una subasta de primer precio, o la segunda más alta si es una de segundo precio. Por lo tanto, tendremos que asumir, para efecto de la demostración, simplemente que es alguna función que depende del perfil de estrategias del equilibrio. Lo interesante y potente del principio de equivalencia del ingreso está, precisamente, en que se mantiene con independencia de cómo se realice el pago

una postura equivalente a $\beta(z)$. Dado que la subasta es estándar, tendremos que i ganará el bien si $\beta(z) > \beta(K_1)$ que, dado que β es creciente, implica que $z > K_1$. Por lo tanto, su utilidad esperada es de:

$$\Pi^A(z, x) = W(z)x - \mu^A(z) \quad (3.6)$$

Suponiendo que los participantes maximizan esta utilidad, tenemos que las condiciones de primer orden de este problema de maximización son:

$$\frac{\partial}{\partial z} \Pi^A(z, x) = w(z)x - \frac{d}{dz} \mu^A(z) = 0 \quad (3.7)$$

Nuevamente, asumiendo que i realiza sus posturas también en concordancia con el equilibrio simétrico y, por consiguiente, que $z = x$, tenemos la siguiente ecuación diferencial:

$$\frac{d}{dy} \mu^A(y) = w(y)y$$

$$\begin{aligned} \int_0^x \frac{d}{dk} \mu^A(k) dk &= \int_0^x kw(k) \\ \mu^A(x) - \mu^A(0) &= W(x)E[K_1 | K_1 < x] \\ \mu^A(x) &= W(x)E[K_1 | K_1 < x] \end{aligned} \quad (3.8)$$

Como se observa, esto es equivalente al pago que habíamos derivado en el corolario 3.1.1.1. Dado que el ingreso del vendedor está totalmente determinado por estos pagos, obtenemos que el ingreso, bajo los supuestos anteriores, es idéntico sin importar la modalidad de la subasta.

No obstante, este resultado no se mantiene para el caso de participantes adversos al riesgo. En este caso, el ingreso esperado de una subasta de primer precio es mayor a una de segundo precio. Enunciamos la proposición sin demostrar⁵:

Proposición 3.2.2. *Suponga que los participantes son adversos al riesgo y comparten la misma función de utilidad. Entonces, en un equilibrio simétrico con valoraciones privadas i.i.d, el ingreso esperado de una subasta de primer precio será mayor a una de segundo precio.*

Intuitivamente, podemos justificar este resultado por el hecho el efecto positivo en la riqueza producto de una reducción en la postura es menor al efecto que tiene la reducción en la probabilidad de ganar. Por lo tanto, un agente adverso al riesgo tenderá a hacer posturas más altas a forma de 'aseguramiento' (Krishna, 2010, p. 40)

⁵Es posible encontrar la demostración en (Krishna, 2010, p. 38)

3.3. Precio de reserva óptimo competitivo

Analicemos ahora las consecuencias que tiene la introducción de un precio de reserva por parte del vendedor. Para esto, analizaremos primeros los (pequeños) cambios que esto introduce en las estrategias de equilibrio demostradas en la proposición 3.1.1, para luego obtener un precio de reserva óptimo para un vendedor que quisiera maximizar su utilidad. Comencemos primero por algunas definiciones. Se entiende por precio de reserva una cantidad $r > 0$ tal que si $\max_i\{b_i\} < r$ el vendedor elige no vender el objeto. Supondremos que este precio de reserva es conocido por todos los participantes. Esta limitación tiene por efecto el limitar la participación efectiva de todos aquellos postores con valoraciones $x < r$ (para este grupo supondremos que la estrategia de equilibrio satisface $\beta(x) = 0$ si $x < r$).

Revisemos, entonces, cuál es el efecto de introducir un precio de reserva en el pago esperado del vendedor. Un primer elemento a notar es que la introducción del precio de reserva implica que un participante que obtenga una valoración privada igual al precio de reserva, no puede obtener un beneficio distinto de cero si puja $b_i < r$, y que si pujara $b_i > r$ obtendría un pago negativo en caso de ganar la subasta, por lo que fijaremos que $\beta(r) = r$. Considerando esta pequeña adición, tenemos que la estrategia de postura de equilibrio cambia a⁶:

$$\begin{aligned}\beta(x) &= E[\max\{K_1, r\} | K_i < x] \\ &= r \frac{W(r)}{W(x)} + \frac{1}{W(x)} \int_r^x kw(k)dk\end{aligned}\tag{3.9}$$

De esta forma, el pago esperado de un participante con valoración privada de x será igual a:

$$\begin{aligned}\mu_i(x, r) &= W(x)b(x) \\ &= rW(r) + \int_r^x kw(k)dk\end{aligned}\tag{3.10}$$

Para la siguiente derivación, utilizaremos, no obstante, el pago esperado ex-ante de un participante en la siguiente expresión:

⁶Para la segunda igualdad en la ecuación 3.9, dividimos la integral en dos rangos: de $[0, r]$ y $[r, x]$, $\int_0^x \max\{k_i, r\}w(k)dk = \frac{1}{W(x)} \int_0^r kw(k)dk + \int_r^x kw(k)dk$

$$\begin{aligned}
E[\mu(X, r)] &= \int_r^\omega \mu(x, r) f(x) \\
&= \int_r^\omega \{rW(r) + \int_r^\omega zw(z) dz\} dk \\
&= r(1 - F(r))W(r) + \int_r^\omega k(1 - F(y))w(k) dk
\end{aligned} \tag{3.11}$$

Supongamos ahora que el bien tiene un valor para el vendedor de $x_0 \in [0, \omega)$ y que, de no venderlo, obtendría una utilidad equivalente a este monto. Dado este valor, tenemos que un subastador racional no pondría un precio de reserva $r < x_0$ pues correría el riesgo de tener pérdidas en la subasta. Por lo tanto, su beneficio esperado es:

$$\Pi_0 = N \times E[\mu(X, r)] + F(r)^N x_0 \tag{3.12}$$

Derivando la condición anterior obtenemos la siguiente condición de primer orden:

$$\frac{d\Pi_0}{dr} = N[1 - F(r) - rf(r)]W(r) + NW(r)f(r)x_0 \tag{3.13}$$

Utilizando la definición de función de riesgo asociada a F, $\lambda(x) = f(x)/[1 - F(x)]$, podemos simplificar la expresión anterior de la siguiente forma:

$$\frac{d\Pi_0}{dr} = N[1 - (r - x_0)\lambda(r)](1 - F(r))W(r)$$

Si $x_0 > 0$ y $\lambda(r)$ acotada, entonces tendremos que $\frac{d\Pi_0}{dr} > 0$ en el punto $r = x_0$, por lo tanto tendremos que el precio de reserva óptimo será $r > x_0$. Dada la condición de primer orden, necesitamos que el óptimo debe satisfacer que $(r^* - x_0)\lambda(r^*) = 1$. Si añadimos el supuesto que $\lambda(\cdot)$ creciente, tenemos que la condición anterior es suficiente, y el precio de reserva óptimo satisfacer:

$$r^* - \frac{1}{\lambda(r^*)} = x_0 \tag{3.14}$$

Proposición 3.3.1. *Si tenemos un equilibrio simétrico con estrategias crecientes en una subasta de primer precio con precio de reserva y valoraciones i.i.d, entonces el subastador pondrá su precio de reserva por encima de su valoración individual del bien $r > x_0$.*

Capítulo 4

Colusión en subastas de primer precio

Una de las razones por las que se recomienda la realización de subastas de primer precio en licitaciones públicas, además de las propiedades anteriormente mencionadas de eficiencia, es que son especialmente adecuadas para prevenir colusiones ya que el pacto, cualquiera sea este, no será *self-enforcing* en un juego *one-off*.

Veamos ahora en más detalle porqué esto es así. Consideremos una subasta única, en la que a lo menos dos jugadores obtienen una valoración mayor al precio de reserva¹. Supongamos además que todos los participantes están coludidos, bajo la estrategia de que un ganador designado puje $b_i = r$ (dónde r es el precio de reserva del subastador) y el resto $j \neq i$ algún $b_j < b_i$. En este caso, si algún jugador j obtiene una valoración $X_j > r$, entonces tendremos que sería óptimo desviarse y jugar algún $r < b_j < b_i$. Por este motivo, en *one-shot games* tendremos que no será posible sostener colusiones, y que será necesaria la interacción repetida para poder sostenerlo.

Empecemos por realizar algunas definiciones básicas. Conceptualizaremos las subastas como un mecanismo de venta. Según Krishna (2010) un mecanismo de venta está compuesto de los siguientes elementos. Primero, un conjunto \mathfrak{B}_i de posibles mensajes que el jugador i pueden dirigir al mecanismo. Luego, una regla de asignación $\pi : \mathfrak{B} \rightarrow \Delta$ que determina en base a los bids una distribución de probabilidad $\delta \in \Delta$ de ganar el bien sobre el conjunto I de bidders. Y por último una regla de pago $\mu : \mathfrak{B} \rightarrow \mathbb{R}^N$ que determina el vector de pago al vendedor. De esta forma, la

¹Hacemos este supuesto para mostrar un caso donde sí existiría incentivos al desvío en el pacto colusivo. Si ningún jugador obtuviera una valoración mayor a r entonces el bien terminaría por no ser vendido. Si fuera sólo uno, y este fuera el ganador designado, entonces el resultado sería idéntico al de una subasta competitiva. Alternativamente, podríamos aceptar que sólo un jugador distinto al ganador designado obtuviera una valoración mayor a r si consideráramos un esquema colusivo con pagos laterales

tupla (\mathfrak{B}, π, μ) nos define el mecanismo.

Dentro del universo de mecanismos de venta, podemos distinguir el caso particular de los **mecanismos directos**. Estos últimos se distinguen por estar determinados únicamente por las valoraciones privadas de los postores (esto es, el conjunto de las valoraciones X_i cumple que $\mathfrak{B}_i = X_i$ para todo i), lo que nos permite abstraernos de las complicaciones que puede tener trabajar con el conjunto \mathfrak{B} . Más formalmente, Krishna (2010) define estos mecanismos como el par de funciones (\mathbf{Q}, \mathbf{M}) dónde $\mathbf{Q} : X \rightarrow \Delta$ es la regla de asignación y $\mathbf{M} : X \rightarrow \mathbb{R}^N$ la de pago. Si en un mecanismo directo es equilibrio que los participantes reporten sus valoraciones x_i verdaderas, llamaremos a este equilibrio un **equilibrio veraz**. De igual manera Krishna (2010) definirá como *resultado* de un mecanismo como la realización $(\mathbf{Q}(x), \mathbf{M}(x))$ para un vector $x \in X$ de valoraciones particular.

En base a estas definiciones, podemos servirnos de uno de los resultados centrales en la literatura de diseños de mecanismos, el **principio de revelación**, para estrechar el conjunto de equilibrios a considerar. Este principio nos dice que para cualquier equilibrio en un mecanismo (\mathfrak{B}, π, μ) arbitrario, es posible encontrar un equilibrio veraz en un mecanismo directo tal que los resultados de los equilibrios sean idénticos. Por lo tanto, podríamos restringirnos a este tipo de equilibrios más sencillos sin pérdida de generalidad. La demostración, tal y como la presenta Krishna (2010) es muy sencilla. Sea (\mathfrak{B}, π, μ) un mecanismo de venta dado. Luego, definiendo $\mathbf{Q} = \pi(\beta(x))$ y $\mathbf{M} = \mu(\beta(x))$ tendremos un mecanismo directo que producirá los mismos resultados que el mecanismo original.

Pasemos ahora a analizar los mecanismos de colusión. Un paper seminal sobre este tema es el de McAfee y McMillan (1992). En este los autores se proponen obtener los esquemas de colusión óptimos² para carteles fuerte y débiles, caracterizándose los primeros por permitir la existencia de transferencias laterales³, mientras que los segundos no. Además de esto, analizan el problema de la entrada de miembros al cartel, las respuestas que puede tomar el vendedor para contrarrestar la colusión y, de manera muy breve, el problema de las colusiones parciales (dónde no todos los miembros de la industria, que eventualmente pueden participar seriamente una licitación, están incluidos en el cartel).

Empecemos por los mecanismos de colusiones. McAfee y McMillan (1992) plantean que se pueden distinguir cuatro tipos de acuerdos colusivos, en función de la información requerida

²Aquí es importante notar que McAfee y McMillan (1992) estudian los esquemas óptimos para la situación estática, por lo que no considera los casos dónde las estrategias son dependientes de la historia. Aoyagi (2003). Veremos este caso una siguiente sección

³Las transferencias laterales consisten en transferencias de recursos entre los miembros del cartel

para implementarlos y la existencia de pagos laterales.

- Mecanismo **tácito**⁴, dónde no hay transferencias laterales ni se comparte información. Diremos que en un mecanismo de venta directo no hay intercambio de información cuando la función de postura b_i está únicamente determinada por el vector de valoraciones individual x_i .
- Mecanismo **coordinado**, dónde sí existe intercambio de información. Entenderemos esto último como la determinación de la función de postura b_i por el vector **completo** de valoraciones x y no únicamente su valor privado
- Mecanismos de **transferencia**, en los cuáles si permitimos la existencia de pagos laterales entre los miembros del cártel, pero estos deben sumar cero para toda realización x del vector de valoraciones.
- Mecanismo **budget-breaking**, en el cuál se permitiría que los pagos laterales no sumaran cero en cada subasta, bajo la condición que sí lo hagan en promedio

Como se observa, estos distintos mecanismos de colusión representan un orden ascendente en las necesidades de información de cartel y, por lo tanto, en la probabilidad que los casos sean detectados y/o judicializables. Entre mayor necesidad de compartir información, o de realizar transacciones observables como son las transferencias, mayor será la disponibilidad de evidencia de la conducta ilícita, lo que las hace formas eventualmente más peligrosas de organizar un cartel.

4.1. Carteles débiles

Empecemos entonces por analizar los carteles débiles. Dentro de la clasificación anterior, estos cárteles pueden organizarse tanto de manera coordinada como tácita. Veremos, no obstante, que dadas ciertas reglas puede no ser necesario organizar un dispositivo de coordinación para

⁴La existencia de equilibrios tácitos, en los cuales pese a no existir un acuerdo previo se alcanzan niveles de precios de colusión no son un hecho especialmente raro en la literatura. Existen muchos modelos teóricos que hablan de estos equilibrio, por ejemplo en los Cournot y Bertrand repetidos. Si bien el resultado es, desde el punto de vista económico, prácticamente idéntico en lo relativo al impacto en eficiencia y en el excedente del consumidor, desde el punto de vista legal no son equivalentes. En la mayor parte de las jurisdicciones, la existencia de comunicación o acuerdo previo forma parte de la tipificación de la colusión en tanto delito y por lo tanto es necesaria su existencia para hacerla punible

alcanzar una colusión que maximice los beneficios esperados del cartel. Trabajaremos con los mismos supuestos anteriormente introducidos: que hay un conjunto $I = \{1, \dots, N\}$ de postores, cuyas valoraciones individuales $\{x_i\}_{i=1}^N$ son independientes e idénticamente distribuidas. Cada x_i se distribuye de acuerdo a una función diferenciable arbitraria F con función de densidad f y soporte en $[0, x_h]$. Adicionalmente, especificaremos que en caso de posturas ganadoras idénticas, el bien se repartirá aleatoriamente entre estos participantes.

Pasemos ahora a la definición del mecanismo de colusión. Los postores coludidos empezarán por reportar sus valoraciones x_i al mecanismo. A cada participante se le adjudica el bien con probabilidad $q_i(x_i, x_{-i})$. Por otra parte, definimos el pago como $m_i(x_i, x_{-i})$ ⁵. De esta forma, podemos definir el pago esperado de i de la siguiente forma:

$$\pi_i(x) = E_{-i}[x_i q_i(x_i, x_{-i}) - m_i(x_i, x_{-i})] \quad (4.1)$$

Según McAfee y McMillan (1992) para que un cartel débil sea eficiente, es necesario que la regla de asignación \mathbf{Q} cumpla con la siguiente propiedad:

$$E_{-i} q_i(x_i, x_{-i}) = \begin{cases} F(x_i)^{n-1} & \text{si, } x_i \geq r \\ 0 & \text{si, } x_i < r \end{cases} \quad (4.2)$$

Como se ve, la regla de asignación requiere entonces que el ganador designado i del cartel tenga una valoración mayor a todo el resto de miembros del cártel. Esto es, la regla de asignación del cártel es idéntica a que se daría en una subasta competitiva.

Proposición 4.1.1. *Si en un cartel tenemos que para valores $\tilde{x}_i \leq r$ se cumple que $\pi_i(\tilde{x}_i) \leq 0$, luego la eficiencia implica beneficios equivalentes a los del caso competitivo*

Veamos ahora cómo se organizaría un cartel débil óptimamente para maximizar los beneficios esperados de sus miembros. McAfee y McMillan (1992) encuentran que, según las propiedades de la función de distribución de las valoraciones privadas F tendremos dos casos. Definiendo la función,

$$H(x) = \frac{1 - F(x)}{f(x)}$$

⁵dado que no estamos permitiendo la existencia de pagos laterales, en este caso definiremos m_i como el pago al vendedor por la postura b_i del ganador designado y cero para el resto de postores. Esto es, lo definimos de manera idéntica al pago que se daría en una subasta competitiva

Tendremos que el esquema de colusión óptimo será distinto según tengamos $H'(x) \geq 0$ ó $H'(x) < 0$ ⁶. La siguiente proposición nos da el siguiente mecanismo.

Proposición 4.1.2. *Si la función de distribución satisface $H'(x) \geq 0$, entonces la colusión óptima implica estrategias idénticas al caso competitivo. En cambio, si $H'(x) < 0$ tendremos el siguiente perfil de estrategias:*

$$\beta_i(x_i, x_{-i}) = \begin{cases} 0 & \text{si, } x_i < r \\ r & \text{si, } x_i \geq r \end{cases}$$

Como se observa, el esquema colusivo óptimo para el caso $H'(x) < 0$ se sustenta en que todos los participantes hagan la misma puja idéntica: la mínima necesaria para asegurar la venta del bien o la asignación del contrato de licitación. Gracias a la regla de sorteo del bien en caso de posturas ganadoras idénticas, los miembros del cartel pueden servirse de ella como dispositivo de aleatorización.

Es importante observar que, si bien en el problema de optimización McAfee y McMillan (1992) permitieron la posibilidad que exista intercambio de información, este esquema colusivo no la requiere, ya que la función de puja β_i está únicamente en función de las valoraciones privadas de cada individuo. Por lo tanto, mientras se cuente con la regla de la aleatorización, es posible implementar el esquema óptimo sin necesidad de compartir información.

No obstante, este ya no sería el caso si la licitación no incluyera esta regla. Para estos casos, McAfee y McMillan (1992) plantean que es posible implementar un cartel con beneficios y estrategias idénticas al descrito en la proposición 4.1.2 con un esquema rotativo. Los autores describen el funcionamiento de este esquema de la manera siguiente: Se parte preguntando, según algún arreglo, uno a uno a los bidders si quiere el objeto a un precio r . Si acepta, participa como ganador designado del cartel con postura $b = r$. Si no acepta, se sigue con el siguiente miembro de la lista hasta encontrar algún postor con valoración personal mayor a r . De no haber uno, entonces el cártel decide no participar en la subasta.

McAfee y McMillan (1992) señalan que, en el caso que se pudieran implementar ambos esquemas, no hay claridad sobre si sería preferible uno rotativo o uno basado en pujas idénticas. Por un lado, la necesidad de comunicación hace al mecanismo rotativo peligroso, ya que, como dijimos anteriormente, la comunicación crea un rastro de evidencia. Pero por otro, la existencia de pujas idénticas ya es de por sí un evento altamente sospechoso e improbable de ser fruto del azar,

⁶De entre estos dos casos, McAfee y McMillan (1992) consideran *común* el segundo. Un ejemplo de una función de distribución que cumpliría la primera condición sería la exponencial

lo que podría por si mismo revelar al vendedor la existencia del cartel.

4.2. El problema de la entrada

Analicemos ahora el problema de la entrada la cartel ¿Qué actores de la industria deben ser incluidos y cuáles no? Para esto McAfee y McMillan (1992) consideran, además de un conjunto $I = \{1, \dots, N\}$ de participantes serios⁷, la existencia de un número indeterminado de postores no serios o *schleppers* para los cuales no hay probabilidad positiva que su valoración personal $x_i \geq r$ ⁸ y, por lo tanto, nunca esperaríamos que ganaran en una subasta competitiva.

En este caso, si el cartel permitiera transferencias, sería de interés de los *schleppers* el unirse con el fin de participar de la repartición de las rentas extraídas por la colusión. Por lo tanto, con el fin de evitar que se diluyan estas ganancias, sería necesario encontrar algún mecanismo para excluirlas. Esto se vuelve especialmente difícil en el caso que las distribuciones de valoraciones de cada uno de los postores no son directamente observables. Una solución a este problema, consiste en fijar la siguiente condición para los postores de baja valoración

$$\pi_i(r) = 0 \tag{4.3}$$

En base a esto, McAfee y McMillan (1992) nos plantearán el siguiente teorema que nos fortalecerá aún más el resultado obtenido en la proposición 4.1.2 para carteles débiles:

Proposición 4.2.1. *Si tenemos que $\pi_i(r) = 0$ entonces un mecanismo cómo el descrito en la proposición 4.1.2 maximiza los beneficios esperados del cartel incluso si se permiten pagos laterales.*

Este resultado nos plantea entonces, dado que estamos utilizando la condición de exclusión de *schleppers* descrita en la ecuación 4.3, cierta equivalencia entre los tres primeros tipos de carteles que mencionaba McAfee y McMillan (1992): aquellos con mecanismos sin transferencias tácitos o coordinados, y aquellos que permiten transferencias que sumen cero. La intuición para este resultado se basa en que en el mecanismo sin pagos laterales, los *schleppers* ya quedaban excluidos a causa de tener pagos negativos en valoraciones bajas.

⁷Definiremos a estos como aquellos para los cuales existe una probabilidad positiva que $x_i \geq r$

⁸Podemos representar con el valor máximo del soporte x_h . Un schlepper tendría $x_h < r$

4.3. Carteles fuertes

Analícemos ahora los cárteles fuertes, dónde sí permitiremos la existencia de transferencias. Trabajaremos bajo el supuesto que el cartel tiene alguna forma de excluir a los *schleppers* diferente a la condición $\pi_i(r) = 0$. Veremos que bajo este contexto, McAfee y McMillan (1992) lograrán encontrar un mecanismo de colusión *eficiente*.

Proposición 4.3.1. *Considere un cartel en el que, antes de la subasta, los postores comunican al mecanismo sus valoraciones privadas. Si ningún $x_i \geq r$ entonces el cartel no participa en la subasta. Si para al menos un postor se cumple la anterior condición, entonces el ganador designado realiza el siguiente pago al cartel:*

$$T_i(x_i) = F(x_i)^{-n} \int_r^{x_i} (u - r)(n - 1)F(u)^{n-1} f(u) du + r \quad (4.4)$$

Cada postor perdedor recibe del ganador una transferencia $[T_i(x_i) - r]/(n - 1)$ y el vendedor recibe r , y el mecanismo es eficiente y compatible en incentivos.

Bajo este esquema, tendremos que todos los postores obtendrán beneficios positivos, incluso si tienen valoraciones privadas menores al precio de reserva $x_i < r$.

Una manera de implementar este mecanismo es la realización de una subasta previa, con modalidad de sobre sellado y primer precio, entre los miembros de la colusión, en la que los miembros del cartel pujan por el monto que van a transferir al resto de los coludidos, siendo el ganador designado de la subasta previa el que, luego en la subasta real, gane el objeto. El pago lateral al resto de jugadores se realiza de la misma manera a la especificada en la proposición 4.3.1.

Ahora, veremos otra propiedad que según McAfee y McMillan (1992) debe cumplir un mecanismo de colusión eficiente.

Proposición 4.3.2. *Un mecanismo de cartel eficiente tiene la propiedad que el ganador designado transfiere a los perdedores una cantidad equivalente a:*

$$\pi(0) = \frac{E[x_{(2)} - r | x_{(1)} \geq r]}{n} \quad (4.5)$$

Dónde $x_{(j)}$ es el j -ésimo estadístico de orden y la esperanza tomada sobre la distribución del máximo de valoraciones.

De esta forma, tenemos que podemos dividir el beneficio obtenido por el cartel en dos partes. Una primera que le asigna al ganador designado, correspondiente a la renta esperada que

hubiera obtenido en una subasta no-cooperativa, y una segunda que es dividida entre los miembros del cartel y equivalente al pago anteriormente mencionado.

McAfee y McMillan (1992) hacen incapié en que esta subasta previa debe ser de **primer precio a sobre sellado** para que el mecanismo de colusión sea compatible en incentivos. Se necesita que el pago esperado de los perdedores de la subasta previa no depende de su valuación real. En una subasta oral de segundo precio se revela el verdadero valor de esta variable. En cambio, en una subasta de primer precio a sobre sellado, el pago esperado corresponde al valor esperado de la segunda valuación dado el valor de la máxima, por lo que su valor está completamente determinado por esta última.

4.4. Medidas anti-carteles

Para terminar, mencionaremos brevemente las diferentes respuestas que, según McAfee y McMillan (1992), puede tomar el vendedor que sospecha estar enfrentando a un cartel. La primera cuestión que analizan los autores, es si al vendedor le debería importar, en primera instancia, la existencia del cartel.

Esto dependerá de cuál sea su función objetivo. Si su interés es asegurar resultados eficientes, como podría ser el caso cuando el vendedor es alguna institución pública o gubernamental, entonces debería estar indiferente frente a la existencia de un cartel fuerte como el descrito por la proposición 4.3.1⁹, ya que su presencia significaría únicamente una transferencia de recursos, sin afectar la eficiencia en la asignación del bien subastado. En cambio, si el vendedor es un maximizador de beneficios, le convendría eliminarlo.

Hay tres estrategias que podría adoptar el vendedor contra el cartel: aumentar el precio de reserva, mantenerlo secreto, o tratar de interferir en los castigos para hacer cumplir el pacto. Empecemos por lo que puede hacer respecto del precio de reserva.

Empecemos por analizar la manera en la que le vendedor puede ajustar su precio de reserva con el objetivo de prevenir colusiones. Supongamos que el vendedor conoce el número de participantes coludidos. Tenemos entonces que su pago esperado bajo colusión sería $(r - x_0)[1 - F(r)^n]$ donde x_0 es la valoración privada del vendedor. Maximizando por r obtenemos:

⁹McAfee y McMillan (1992) señalan, no obstante, que si el ingreso del estado es fruto de impuestos distorsionadores, entonces esta transferencia sí tendría un impacto en la eficiencia de la asignación

$$r - x_0 - \frac{1 - F(r)^n}{nF(r)^{n-1}f(r)} = 0 \quad (4.6)$$

Como se observa, este precio de reserva es **más alto** que el óptimo cuando no hay colusión, que corresponde a la expresión que obtuvimos en la ecuación 3.14. Tenemos además que este es **creciente** en el número de coludidos.

Analicemos ahora sobre si el vendedor debería hacer público el precio de reserva. Usualmente se argumenta mantenerlo secreto podría dificultar la formación de colusiones. Veamos como fundamentan teóricamente McAfee y McMillan (1992) esta intuición. Sea x_0 la valoración privada del vendedor. Supongamos que el vendedor sospecha la existencia del cartel, y que esto es conocimiento público junto a su valoración privada es de x_0 . Entonces el cartel podría deducir el valor de r directamente de la ecuación , por lo tanto el vendedor estaría indiferente entre anunciarlo o no.

Supongamos ahora que x_0 no es conocimiento público o el cartel no sabe si el vendedor sospecha de su existencia. En este caso, si el vendedor no publica r , no habrá forma clara de determinar si el precio de reserva corresponderá al de la ecuación o al de la ecuación . Dado que los esquemas colusivos anteriormente estudiados dependen del valor de r para decidir sus pujas, esta incertidumbre obligará a los coludidos a comunicarse y ponerse de acuerdo en cómo determinarlo, lo que puede hacer al cartel más susceptible de ser judicializado.

4.5. Esquema rotativo de Aoyagi

Como vimos, McAfee y McMillan (1992) se centraron en estudiar la colusión en el marco de un *one-shot game*, en el que las estrategias se formulaban en el contexto del juego estático. Aoyagi (2003) planteará, no obstante, un esquema colusivo que superará a los esquemas óptimos de carteles débiles propuestos por McAfee y McMillan (1992), al considerar estrategias dependientes en la historia. Esto último es de especial interés. Como argumenta Aoyagi (2003), dado que las colusiones en subastas de primer precio a sobre sellado no son estables sin interacción repetida, el marco de los juegos repetidos debería ser el marco natural para el estudio de este tipo de carteles.

Este modelo consistirá, en lo esencial, en un esquema rotativo en el que los participantes del cartel se turnarán para adjudicarse el bien subastado. Aoyagi (2003) dividirá este

esquema en fases eficientes, dónde el bien es asignado al miembro del cártel de mayor valoración, y en otras de compensación, en la que el perdedor en la fase eficiente será compensado por un número determinado de periodos. Dado que un equilibrio con asignación eficiente en todas las etapas no sería compatible en incentivos, la introducción de esta fase nos asegurará la existencia del equilibrio.

Para explicar el modelo empezaremos por detallar los principales supuestos del mismo. Luego entraremos a definir la manera en la que Aoyagi (2003) conceptualizará el funcionamiento del cartel, aplicando el concepto de *centro* de Forges y Myerson. Dado que en este contexto la definición de equilibrio será diferente de la usual, tendremos que explicar, con cierta extensión, los cambios que implica el trabajar con un centro en la definición de los elementos del juego (las estrategias, la historia, etc.). El lector puede, si no tiene interés por los detalles de esta definición, pasar directamente a las estrategias de equilibrio y las condiciones bajo las cuales domina al equilibrio de cartel débil estático de McAfee y McMillan (1992), que constituyen probablemente los resultados de mayor interés.

Comencemos. Aoyagi (2003) planteará el siguiente modelo. Consideremos un conjunto de jugadores $I = \{1, 2\}$ ¹⁰ que participan en una subasta de un bien único e idéntico que se repite infinitamente. Las valoraciones individuales son i.i.d¹¹ e independientes entre periodos, con función de distribución F , densidad f y soporte $[0, 1]$.

La subasta se realiza con el mismo formato en todos los periodos. En esta, vamos a permitir que algún postor decida no participar, por lo que tendremos que el conjunto de opciones de cada agente es igual a $\mathfrak{B}_i = \{N\} \cup \mathbb{R}^+$ ¹². Además de esto, tendremos todos los elementos de un mecanismo de venta anteriormente mencionados, como la regla de asignación y de pago, las que definimos de manera idéntica a como lo hicimos anteriormente.

Para conceptualizar el cartel, el autor llamará *centro* al dispositivo de comunicación al cual los miembros reportan sus valoraciones. En función de estos reportes, el centro les indicará qué posturas realizar en función de una *regla de instrucción*. Aoyagi (2003) llamarán, a su vez, *esquema de colusión* a la elección que hace el *centro* en cada periodo respecto de la *regla de*

¹⁰El autor menciona aquí que, en principio, no debería ser especialmente complicado ampliar el modelo a un número mayor de jugadores mientras el análisis del cartel se limite a la gran coalición. El problema principal surge cuando, al tener más de dos postores, se debe considerar los beneficios y factibilidad de formar subcoaliciones

¹¹Aoyagi (2003) consideran un caso más general dónde no se cumple necesariamente el supuesto de independencia. Dado que muchos de sus resultados dependen del cumplimiento del marco IPV, trabajaremos siempre bajo este caso particular

¹²Nótese aquí que el modelo distingue entre no participar y pujar cero

instrucción en función de la historia. Supondremos además que las posturas realizadas son observables¹³

Más formalmente, podemos describir el dispositivo de la siguiente manera. Definimos primero la regla de instrucción como una función $q : [0, 1]^2 \rightarrow \mathfrak{B}^2$, que asigna a todo par de valoraciones reportadas un par de posturas a cada uno de los participantes. Dada esta regla Sea $\lambda_i : [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ la regla de reporte de la valoración privada del jugador i la mecanismo y $\mu_i : [0, 1]^2 \times \mathfrak{B} \rightarrow \mathfrak{B}$ la regla de postura del jugador i en función del vector valoraciones privadas y la instrucción del mecanismo. Diremos que la regla de reporte es *honesta* si el jugador siempre reporta verazmente su valoración (designaremos a esta regla como λ_i^*) y que la regla de postura es *obediente* si el jugador sigue siempre la regla de instrucción (μ_i^*).

Diremos que una regla de instrucción es compatible en incentivos *one-shot* si ningún jugador tiene incentivos de desviarse de la regla de reporte veraz. Esto es, que se cumpla que $u_i(\lambda^*, \mu^*, q) \geq u_i(\lambda_i, \lambda_j^*, \mu^*, q)$ para cualquier regla de reporte λ_i y para todo $i \in I$.

Para definir una estrategia en este contexto, necesitaremos definir unos conceptos adicionales. Entenderemos por *historia de comunicación* de i en el periodo t como la secuencia de reportes al mecanismo que hizo i en $1, 2, \dots, t - 1$. A su vez, la *historia privada* de i en t será la secuencia de sus valoraciones privadas para $1, 2, \dots, t - 1$. Por último, definimos la *historia pública* en t como la secuencia de reglas de instrucción utilizadas por el centro y los perfiles de posturas para los periodo $1, 2, \dots, t - 1$. Así, podemos definir una estrategia σ_i como la elección en cada periodo t del par (λ_i, μ_i) en función de sus historias de comunicación, privadas en t y la historia pública. La estrategia σ_i será *obediente* y *honesto* en la medida que las reglas de reporte y postura tengan estas propiedades.

Por último, definiremos al esquema colusivo τ como la elección del centro de la regla de instrucción en cada periodo en función de las historias de comunicación y públicas. Llamaremos *estático* al esquema τ si la regla de instrucción es idéntica para cada periodo. Lo llamaremos *dinámico* si, en cambio, esta regla de instrucción es dependiente de la historia. El esquema τ será de rotativo si a no más de un postor se le ordena participar por subasta.

Pasemos a definir, entonces, cuál será el esquema rotativo propuesto por Aoyagi (2003). Este consistirá en tres subfases que se alternan: una primera simétrica (que llamaremos S), que asignará el bien eficientemente, y otras dos asimétricas que compensarán al postor perdedor en la

¹³Esto nos dará pie, entonces, a dos tipos diferentes de desviaciones. Una primera *observable*, que es cuándo un miembro del cártel desobedece la regla de instrucción recibida por el centro, y una segunda *no observable*, que consiste en la realización de falsos reportes

primera fase (fase A_i).

$$q_i^* = \begin{cases} r & \text{si } x_i > x_j \text{ y } x_i > r \\ N & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (4.7)$$

La regla de primera fase está descrita por la ecuación 4.7, dónde el post de mayor valoración hace la postura mínima.

$$q_i^i = \begin{cases} r & \text{si } x_i > r \geq x_j \\ N & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (4.8)$$

$$q_i^j = \begin{cases} r & \text{si } x_j > r \\ N & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (4.9)$$

La de la segunda fase, descrito por las ecuaciones 4.8 y 4.9, consistirá en que el ganador en la primera dejará ganar al perdedor a menos que éste último tenga una valoración privada menor al precio de reserva.

La fase colusiva del equilibrio estará, como decíamos, compuesta de estas tres subfases. Se inicia el juego en la fase colusiva con la subfase S eficiente. Después de cada fase simétrica S , se pasa a la fase asimétrica A_i con probabilidad $\omega_i(x)$. Definimos esta probabilidad como:

$$\omega_i(x) = \begin{cases} p(x_i) & \text{si } x_i > x_j \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (4.10)$$

Dónde $p : [0, 1] \rightarrow [0, 1]$ es alguna función monótona. La probabilidad que se permanezca en la fase S será entonces igual a $1 - \omega_1(x) - \omega_2(x)$. Cada fase asimétrica A_i durará m periodos, al final de los cuales se retornará a la fase S . Esta última fase tiene el efecto de reducir el pago de continuación para el ganador, por lo que tiende a eliminar los incentivos a entregar reportes falsos al mecanismo.

En base a esto, Aoyagi (2003) demostrará que la regla anteriormente especificada es compatible en incentivos *one-shot* y que bajo ciertas condiciones respecto a los pagos, tendremos que el esquema rotativo mencionado anteriormente tendrá un equilibrio¹⁴ para algún factor de

¹⁴Con esto queremos decir que van a existir una función p y un m tal que se cumplan las condiciones de equilibrio.

descuento δ lo suficientemente alto. Antes de ver el teorema, definamos $\bar{g} = g_j(\lambda^*, \mu^*, q^i)$, $\underline{g} = g_i(\lambda^*, \mu^*, q^i)$ como los pagos de la parte favorecida y la que no durante la fase asimétrica y g^0 es el pago del equilibrio de Nash simétrico de la subasta (por definición se cumplirá que $\bar{g} > \underline{g}$).

Proposición 4.5.1. *Asuma valores privados independientes (IPV). Suponga que la subasta es una de sobre-sellado de primer precio. Luego para un factor de descuento δ lo suficientemente grande, el esquema rotativo τ^d es un equilibrio para alguna función p y un m dados, y su pago u^d es estrictamente mayor tanto a $(\bar{g} + \underline{g})/2$ y g^0 .*

Los pagos de este equilibrio serán, entonces, más elevados que los del cartel débil óptimo de McAfee y McMillan (1992). Esto se debe a que, como vimos en la proposición 4.1.2 el beneficio de equilibrio será igual a g^0 (el equilibrio competitivo) en el caso que $H'(x) \geq 0$ y a $(\bar{g} + \underline{g})/2$ en el caso que $H'(x) < 0$.

4.6. Varianza en precios y colusión

Para finalizar, veamos brevemente algunos desarrollos teóricos respecto a la relación entre la varianza de precios y la existencia de colusión, ya que servirá de base para algunos de los test econométricos que introduciremos en la siguiente sección. Para esto, nos basaremos principalmente en el modelo de Athey y cols. (2004) el cuál consistirá en un un Bertrand repetido infinitamente con shocks de costos privados, inobservables por el resto jugadores. Esta situación nos planteará el problema de que los miembros del cartel revelen verazmente sus costos para poder acordar precios. Athey y cols. (2004) nos mostrará como la rigidez de precios logra dar una solución a este problema eliminando toda necesidad de revelar estos costos y tener que repactar periódicamente los precios. Esto no solamente ayudará a mantener el acuerdo colusivo, sino que también evitará la presencia de guerras de precios en el equilibrio.

Veamos brevemente el modelo. Como decíamos, Athey y cols. (2004) nos proponen un Bertrand repetido infinitamente con empresas con costos unitarios privados. El juego constitutivo consistirá de n firmas idénticas ex-ante que compiten en precios en un mercado con un bien homogéneo. Los costos θ_i se distribuyen i.i.d con soporte $[\underline{\theta}, \bar{\theta}]$ y función de distribución $F(\theta)$ diferenciable y con función de densidad $f(\theta)$ estrictamente positiva en todo el soporte. Una vez que a las empresas se les revelan sus costos privados, escogen simultáneamente sus precios. Designaremos como $\mathbf{p} = (p_1, \dots, p_n)$ como el vector de precios escogidos por las n empresas. Asumiremos además una masa unitaria de consumidores con una demanda inelástica por el bien hasta un precio de reserva $r \geq \underline{\theta}$.

En este contexto, definiremos la estrategia de precios, como el cualquier otro juego bayesiano, en función del tipo de costos $p_i : [\underline{\theta}, \bar{\theta}] \rightarrow \mathbb{R}^+$.

Asumiremos que $p_i \in C^\infty$. Definimos $m_i(\mathbf{p})$ como la cuota de mercado que obtendría i dado el perfil de precios de mercado \mathbf{p} , que se determina asignando equitativamente los consumidores entre las empresas de menor precio en el mercado. De esta forma, podemos definir los beneficios de la siguiente forma:

$$\pi(p_i, \theta_i; \mathbf{p}_{-i}) = (p_i - \theta_i) E_{\theta_{-i}}[m_i(p_i, \mathbf{p}_{-i}(\theta_{-i}))] \quad (4.11)$$

Supondremos que esta función de beneficios satisface la condición de un solo cruce. Como se observa en la ecuación 4.11 existe un trade-off en el precio p_i entre la probabilidad de ganar mercado (dado por m_i) y las ganancias. Este trade-off, a su vez, será diferente según el tipo de costos, ya que empresas con costos bajos encontrarán más atractivas las ganancias de cuota de mercado en comparación a los de costo alto. Por lo tanto, tendremos que $p_i(\theta_i)$ será no decreciente. De esta forma, tendremos el siguiente equilibrio del juego constitutivo.

Proposición 4.6.1. *El juego estático tiene un único equilibrio de Nash. Este equilibrio será simétrico, por lo que todos los jugadores compartirán una misma estrategia de precios p_i la cual será continuamente diferenciable y estrictamente creciente en $\theta \in (\underline{\theta}, \bar{\theta})$, el precio estará por debajo del precio de monopolio $p(\theta) < r$ para todo $\theta < \bar{\theta}$ y dará beneficios positivos para todos los tipos con excepción de $\bar{\theta}$.*

Veamos ahora el juego repetido. Supondremos que, una vez finalizado un periodo, las empresas podrán observar los siguientes elementos (i) la historia de sus costos privados (ii) su esquema de precios (iii) la historia con las realizaciones de precios de sus rivales. No serán observables los esquemas de precios de los rivales ni sus tipos de costo privados. Sea $\{\theta^t, p^t\}$ la secuencia de tipos y esquemas de precios. De esta forma, definiremos la utilidad en el juego repetido como:

$$u_i(\{\theta^t, p^t\}) = \sum_{t=1}^{\infty} \delta^{t-q} \pi(\theta_i^t, p^t) \quad (4.12)$$

Athey y cols. (2004) buscarán un *equilibrio público secuencial simétrico*. Estos se caracterizan por (i) ser equilibrios secuenciales (ii) tener estrategias planteadas únicamente en función de la historia de realización de precios, lo que los autores llaman *estrategias públicas* (iii) ser simétricos. Para encontrarlo, Athey y cols. (2004) utilizan técnicas de programación dinámica.

La compatibilidad en incentivos se debe de dar en dos categorías distintas: *dentro del esquema*, que se producirán por fijar un precio que corresponde a algún tipo de costos dentro del

esquema $p_i(\theta_i)$ distinto al tipo real del sujeto, y *fuera del esquema* que se producirían por fijar precios que no corresponderían a ningún tipo de costos dentro de $p_i(\theta)$. Los primeros no son observables, mientras que los segundos sí. Los incentivos al desvío *dentro del esquema* representan, en cierta forma, los costos de información del cartel originados por su naturaleza privada. El siguiente equilibrio soluciona ambos problemas, logrando eliminar los problemas de información con un esquema de precios rígidos:

Proposición 4.6.2. *Para un δ lo suficientemente grande se cumplirá que:*

- *Si F es log-cóncava y $r - \bar{\theta}$ es lo suficientemente grande, luego el camino de equilibrio del SPPE se caracterizará por rigidez de precios, con $p^*(\theta) = r$, y sin guerras de precios.*
- *En cualquier SPPE óptimo que sea estacionario existe un intervalo de tipos de costos sobre los cuales los precios son rígidos y el pay-off por periodo es más grande que en el equilibrio estático de Nash.*

Capítulo 5

Monitoreo de prácticas colusivas

Harrington (2005) plantea que el objetivo central del monitoreo y detección de carteles, en tanto práctica de interés para una autoridad regulatoria, es encontrar casos que sean judicialmente perseguibles. Esto quiere decir que no basta con identificar industrias con altos márgenes de costo-precio.

En la mayor parte de las legislaciones del mundo, para que un caso de colusión sea sancionado se requiere, por lo usual, que la colusión se haya realizado por algún mecanismo de comunicación directa. De esta forma, casos como los de colusiones tácitas, por ejemplo, en los cuales la coordinación sucede sin un dispositivo de comunicación explícito, rara vez son legalmente punibles y, por lo tanto, no tienen el mismo interés, pese a que puedan eventualmente tener idénticos efectos nocivos en el bienestar o en la competencia.

Por lo mismo, según Harrington (2005) la gran mayoría de casos de colusión no son detectados por medio del análisis de variables económicas, sino que por medio de reportes de competidores o clientes que observan comportamientos sospechosos y, sobre todo, por delaciones compensadas de participantes en las colusiones.

El análisis económico, por su naturaleza, tiene altos costos asociados a datos y modelamiento, y no puede ser del todo concluyente sobre la presencia o no de una colusión; sólo puede referirse a la adecuación de los comportamientos observados a modelos competitivos o colusivos. Además, este sistema es usualmente incapaz de producir por sí sola la evidencia requerida en un juicio para lograr condenas.

Todo esto resulta en que realizar este tipo de análisis empíricos tenga una utilidad

restringida. Puede señalar situaciones sospechosas para que luego puedan ser analizadas con otros instrumentos, más efectivos en recolectar la evidencia que requiere la persecución judicial.

No obstante, además de la utilidad anteriormente mencionada en detectar casos sospechosos, estos trabajos tienen un interés adicional para la ciencia económica, ya que nos ayudan a comprender en mayor profundidad los mecanismos y formas que toman las colusiones en la vida real, especialmente en el caso de los métodos econométricos más sofisticados. Describamos, entonces, cómo se realizarían estos análisis empíricos orientados a detectar potenciales colusiones. Como decíamos, siguiendo a Harrington (2005), el monitoreo se basa en la comparación del comportamiento observado de las empresas con distintos modelos teóricos. Se utilizan los siguientes métodos:

1. Comprobar si el comportamiento de las empresas es explicable satisfactoriamente desde una hipótesis de competencia.
2. Analizar si las desviaciones observadas del modelo competitivo se explican mejor desde un modelo alternativo colusivo.
3. Observar si existen quiebres estructurales en el comportamiento
4. Comparar si las empresas sospechosas de colusión se comportan de manera distinta a las empresas competitivas¹

En lo relativo a las dos primeras, es importante diferenciarlos, dado que no toda desviación de un modelo competitivo puede ser indiciaria de la existencia de colusión: ya la existencia de empresas con poder de mercado, por ejemplo, en un mercado donde las empresas tienen ventajas competitivas por tecnologías patentadas o diferenciación de productos, producirían resultados no consistentes con algunas hipótesis de competencia. Es por lo tanto importante que estas desviaciones puedan ser explicadas, de forma más satisfactoria, desde un modelo de equilibrio colusivo, con el fin de descartar otras posibles explicaciones.

Esta labor trae diversas complicaciones (Harrington, 2005). La principal, es que el planteamiento de estos modelos implica hacer supuestos fuertes respecto al funcionamiento de los mercados durante el periodo competitivo y sobre la estructura del acuerdo colusivo. Dada la gran

¹Esto usualmente se realiza por medio del análisis de casos de colusiones ya descubiertas y demostradas. Se realiza luego un análisis sobre que comportamientos diferencias a ambos grupos y se utilizan estos comportamientos como bechmark.

diversidad que pueden tomar ambas situaciones, esto no se puede determinar a priori, razón por la cual se hace necesario contar con información sobre el caso particular para realizar el análisis, la cual es muy difícil de obtener. Por ejemplo, para poder realizar una prueba de cambio estructural es necesario identificar bien en cuáles periodos tendríamos un equilibrio competitivo y en cuales otros uno colusivo. Esta labor es, por su naturaleza, difícil de realizar sin contar con un conocimiento a priori del acuerdo colusivo. Para realizar este análisis se deberá de recurrir, además de la serie de precios, a fechas claves que podrían afectar en los incentivos para crear o mantener un acuerdo colusivo y, por lo tanto, servir de punto de partida hipotéticos de cada una de las fases: eventos que aumentan la concentración del mercado, cambios regulatorios, etc.

Dada esta dificultad anteriormente señalada, en la literatura se han tomado muchas vías diferentes para realizar este tipo de detecciones, según la disponibilidad de información y la forma que toma la licitación que se quiere analizar. A continuación, describiremos algunos trabajos empíricos seminales, analizados en la revisión de Harrington (2005) relativos a licitaciones realizadas con subastas de primer precio a sobre sellado (la modalidad más común en las licitaciones públicas). Todas estas pruebas, si bien bastante sofisticadas en su concepción, tienen la desventaja de tener requerimientos informacionales muy difíciles de obtener, como información respecto a los costos de los licitantes. Por esto motivo, complementaremos estos modelos luego con las test más sencillos propuestos por David Imhof (Imhof y cols., 2018; Imhof, 2017).

Bajari y Ye (2003) basan su análisis en la estimación de la función de bidding de la empresa. Para esto, utilizan un modelo teórico en el que la distribución de los costos para cada uno de los participantes en la licitación es independiente y están en función de un vector de parámetros observables individuales a la empresa (Z_i) y otro común entre todos los licitantes (θ_i). Bajo los supuestos del modelo, los autores deducen que, bajo competencia, los bids deberían ser estadísticamente independientes una vez que se controla por los parámetros individuales de los licitantes (Z_i). Además, la forma funcional del bidding debe ser idéntica para todos los licitantes. De este modo, es posible estimar econométricamente la función de puja en base a diversas variables relativas a los costos de la empresa, y testear las hipótesis de igualdad de coeficientes entre licitantes e independencia de los errores de las regresiones. Este método tiene, no obstante, la desventaja de requerir de información relativa a costos individuales de las empresas, información que es muy difícil de acceder.

Otra alternativa es la de R. Porter y Zona (1993), la cual se basa en la identificación previa de un conjunto de empresas licitantes sospechosas de colusión. Bajo la hipótesis de que el resto de licitantes no serían parte del acuerdo colusivo, se utilizó a este grupo de empresas como benchmark

competitivo. De igual forma a lo que describíamos con el método aplicado por Bajari y Ye (2003) se esperaría que, bajo competencia, la función de bidding fuera idéntica para todas las empresas. Utilizando el supuesto de que esta función tomaría una forma log-lineal, los autores estimaron esta función por medio de una regresión y se realizó un test de igualdad de coeficientes (test de Chow) para ambas submuestras. Además, dado que en muchos arreglos colusivos los participantes suelen realizar pujas espurias para crear la apariencia de competencia, R. Porter y Zona (1993) realizan también una prueba de hipótesis de igualdad de coeficientes sobre el ranking de los bids observados, para analizar los factores que determinan ese ranking y si son consistentes o no con un equilibrio competitivo.

En otro estudio R. H. Porter y Zona (1999), sobre las licitaciones de leche para escuelas, estos mismos autores adoptan un acercamiento similar en su estudio de 1993, en la que estiman también las funciones de puja. Se añade, no obstante, el cálculo de la probabilidad de participación en la licitación. Al igual que con su investigación anterior, esto se realiza para un conjunto de empresas competitivas y otro sospechoso de colusión. Se parte de la hipótesis que, si hubiera competencia, las funciones de pujas deberían ser idénticas para todos los participantes. Se encuentra que aquellas que no estaban en la colusión, tenían, a diferencia de las competitivas, coeficientes extraños en la función de puja, como por ejemplo pujas decrecientes en la distancia hacia el lugar de entrega de pedidos. En lo relativo al modelo probit para el cálculo de la probabilidad de participación, se encontró también coeficientes extraños (menor distancia, por ejemplo, estaba asociada a menor probabilidad de participación). Además, se observó dependencia en los residuos de este probit: “la parte no explicada de las decisiones de participación de cada empresa estaban positiva y significativamente correlacionadas. [... lo que] sugiere comportamiento paralelo” (Harrington, 2005)².

Como es posible observar, todos estos test presentan requerimientos informacionales difíciles de cumplir. Es por este motivo es que Imhof et al. (2018) plantean la necesidad de desarrollar pruebas econométricas de colusión que satisfagan ciertas condiciones que permitan su implementación práctica: requerimientos informacionales modestos (principalmente relativos a basarse en información pública fácilmente accesible), simplicidad (de tal manera que sea fácilmente aplicable de forma masiva), flexibilidad (fácilmente adaptables a diferentes situaciones) y confiabilidad en los resultados (por lo menos en su capacidad de detectar casos posibles de colusión).

Uno de los más promisorios es la realización de pruebas de varianza, ya que únicamente

²Esto quiere decir que existe dependencia en la probabilidad, aún cuando descontamos el efecto de características relevantes, asociadas a la estructura de costos del bidder

requiere de información sobre las pujas, la cuál es fácilmente obtenible para la entidad licitadora. La pertinencia del test se justifica en la evidencia más o menos robusta en la literatura empírica que, en casos de colusiones, se suele observar mayor rigidez de precios. En cuanto a la justificación teórica para esta observación, hay menos consenso en la literatura, algunos interpretándolo como fruto de la necesidad de eludir la detección (Harrington y Chen, 2006) o como fruto de la necesidad de mantener la estabilidad del pacto colusorio en contextos en que no hay transparencia respecto a los costos del rival (Athey y cols., 2004).

En la revisión de la aplicación de estos test, Imhof et al (Imhof y cols., 2018) observan que éstos hubieran sido efectivos en la detección de varios cárteles (Abrantes-Metz, Froeb, Geweke, y Taylor, 2006; Bolotova, Connor, y Miller, 2008; Estrada y Vazquez, 2013; Feinstein, Block, y Nold, 1985; Jiménez y Perdiguero, s.f.). Para la realización de este test, Imhof propone el cálculo de coeficiente de variación, una medida estandarizada de la desviación estándar, para cada licitación. Este lo definimos como:

$$CV_j = \frac{\sigma_j}{\mu_j} \quad (5.1)$$

Dónde CV_j es el coeficiente de variación para la licitación, σ_j la desviación estándar y μ_j la media de las pujas en la licitación j . La ventaja de ser una medida estandarizada es que permite la comparación entre licitaciones con niveles de precios muy diferentes. Imhof interpretará caídas no temporarias en el índice como indicativos de la existencia de colusión.

La otra prueba propuesta por Imhof et al (2018) se basa en la observación que durante las fases colusivas las diferencias entre las pujas perdedoras era sistemáticamente menor que la diferencia entre la puja ganadora y la segunda mejor. Esto se explicaría por la utilización de posturas encubiertas (cover bidding), posturas cuyo precio está estratégicamente inflado con el fin de asegurar que el ganador designado obtenga el contrato, pero manteniendo la apariencia de competición. Dado que las agencias suelen incluir otros criterios además del precio para decidir el ganador, los participantes de la colusión suelen acordar diferencias de precios con el ganador designado suficientes como para asegurar el cumplimiento del pacto (Imhof et. al. mencionan una diferencia de 3-5% según lo observado). Además, las posturas perdedoras pueden ser más cercanas entre sí por que ningún participante quiere arriesgarse a ser percibido como ‘caro’ por la autoridad licitante (Imhof y cols., 2018, p. 12). En base a esto, propone el siguiente test de distancia relativa (RD):

$$RD_j = \frac{\Delta_{j,1}}{\tilde{\sigma}_j} \quad (5.2)$$

Dónde $\Delta_{j,1} = b_{1,j} - b_{2,j}$ es la diferencia entre las dos pujas más bajas y $\tilde{\sigma}_j$ es la desviación estándar de las pujas perdedoras. Un RD_j de alrededor de uno sería indicativo de que no hay diferencias significativas de comportamiento entre el ganador y el resto de participantes, lo que sería congruente con un comportamiento competitivo. Un RD_j de mayor de uno, en cambio, puede ser indicativo de la realización de posturas encubiertas. En baste a estos dos test anteriores, Imhof et. al (2018) construyen además una prueba en cuatro etapas para la detección de colusiones parciales:

1. En la primera, se utilizan las pruebas de varianza y distancia relativa para identificar contratos sospechosos, que presenten un valor alto en RD y bajo en varianza. Para determinar que umbrales en estas dos pruebas serían indicativos de colusión, los autores recomiendan utilizar valores de colusiones ya previamente demostradas como benchmark.
2. En la segunda, dada la importancia de la interacción repetida para sostener la colusión parcial, se busca identificar subgrupos de empresas que participen regularmente en las mismas licitaciones sospechosas (según el criterio de la fase uno). Aquí los autores no proponen un algoritmo fijo para realizar esta tarea.
3. Se circunscribe el área geográfica de acción de estos grupos. Esto ayuda a analizar las fuerzas competitivas activas en el área. Esto nos indicaría si un pacto colusivo es o no estable en el mercado en cuestión.
4. Dado que los esquemas colusivos sin pagos laterales requieren que los participantes en la licitación se turnen para ganar los contratos, y por lo tanto, el uso de posturas encubiertas, se debería observar un patrón específico en las posturas del conjunto de empresas participantes en la colusión.

Para realizar este último análisis, Imhot et al. (2018) proponen normalizar primero los bids de las empresas de la siguiente forma:

$$\hat{b}_{i,j} = \frac{b_{i,j} - b_{min,j}}{b_{max,j} - b_{min,j}} \in [0, 1] \quad (5.3)$$

Dónde los subíndices i indica la empresa y j la licitación. Como se observa, esta transformación asigna valores de 0 a 1 a todos los bids, de cero para la postura mínima ($b_{min,j}$) en la licitación j , hasta 1 para la máxima ($b_{max,j}$). Luego, en base a este cálculo, se grafican los bids para un par de participantes (i, j) de todas las licitaciones sospechosas en las coordenadas

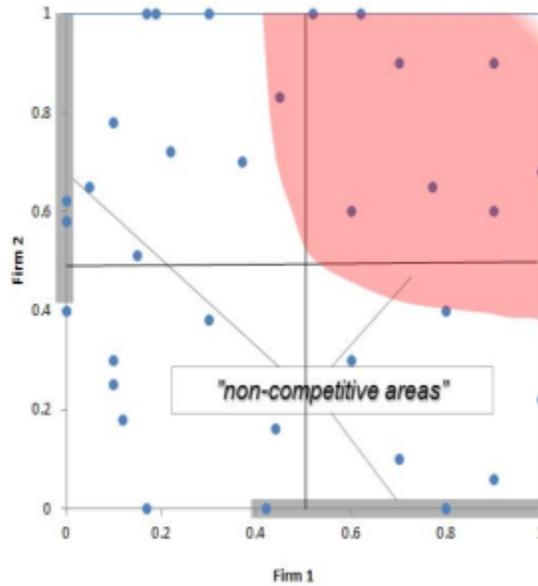


Figura 5.1: Imhof (2017)

cartesianas de plano $[0, 1] \times [0, 1]$. Se a realizar estas gráficas para todo par de empresas que han participado en estas licitaciones. Si las licitaciones han sido competitivas, esperaríamos que los bids se distribuyeran aleatoriamente en el plano, ya que cada empresa calcula independientemente su postura en función de sus costos privados, que deberían variar entre empresas según las particularidades del contrato, especialización, etc. No obstante, es un equilibrio colusivo, esperaríamos que los bids siguieran un patrón específico. Imhof (2017) distingue dos en específico. Llama posturas encubiertas directas a los pares dónde una de ellas (i ó j) han ganado (y por lo tanto tiene valor cero su postura transformada) y la otra empresa ha hecho una postura artificialmente elevada. Deberíamos observar que estos pares de posturas se concentraran en el área gris de la figura 5.1.

Por otro lado, tendríamos las posturas encubiertas indirectas, en las que las empresas (i, j) graficadas hacen ambas posturas elevadas para cubrir a una tercera empresa (g), que sería la ganadora designada. Estas posturas deberían concentrarse en el área roja de la figure 5.1. En este caso deberíamos observar también que los pares (g, i) y (g, j) muestran el patrón de las posturas encubiertas directas.

Capítulo 6

Regulación de licitaciones

Para la siguiente discusión, nos basamos en el desarrollo de Weishaar (2012). Al estudiar problemas de regulación en economía, se suele centrar el análisis en las estructuras de incentivos que subyacen a los marcos normativos, con el fin de entender por qué ciertos agentes prefieren adoptar ciertas conductas en vez de otras. De esta forma, a diferencia de otros enfoques más normativos, en el análisis regulatorio no se presupone que los agentes deban atenerse a estas normas: esto sólo surgirá en la medida en que comportarse de la manera prevista por la ley sea óptimo para los agentes. Por esto es crucial considerar los incentivos al ‘desvío’ en los equilibrios socialmente deseables.

A este respecto, Becker (1968) propone que un agente elegirá infringir una norma en función del costo y beneficios esperados de esa acción. De esta forma, los agentes adoptarán racionalmente estrategias, por ejemplo, anticompetitivas en la medida que, dada la estructura de incentivos existentes, hacerlo reporte a largo plazo mayores beneficios que no hacerlo (Weishaar, 2012). Por este motivo, Becker argumenta que el diseño de una política efectiva debe calibrar bien los niveles de castigo y probabilidad de detección, con el fin de eliminar las ventajas que se podrían obtener en este tipo de actividades.

No obstante, dado que la aplicación de estos esquemas de monitoreo (con el fin de detectar la infracción) y castigo son costosos, es importante llegar a un diseño óptimo de la regulación con el objeto de “minimizar la pérdida social” y crear los incentivos adecuados¹

¹Una normativa excesivamente punitiva podría tener efectos perversos si no se diseña bien. Por ejemplo, una normativa que diera la misma pena a un secuestro con o sin homicidio podría incentivar al homicidio, ya que podría disminuir la probabilidad de ser penado al eliminar a un potencial testigo del hecho.

(Weishaar, 2012, p. 10).

Sin embargo estos costos no son siempre evidentes o fáciles de calcular. Esto no sólo por el problema que representa calcular el daño, que en el caso de infracciones a la ley de competencia están, al menos, medianamente bien definidos pese a los importantes problemas empíricos que representa su medición, sino que también por su impacto en otras áreas del funcionamiento social que son bastante más difíciles de medir, de dimensión más política. Como nota Weishaar “gran parte de la desutilidad social del comportamiento depende fuertemente en preferencias sociales” (Weishaar, 2012, p. 10).

Con respecto a los costes que implica la política regulatoria, Weishaar se limita a analizar los del primer tipo, más fáciles de tratar desde una perspectiva económica. Entre estos considera, además de los costos más evidentes de aplicar y monitorear estas políticas (como pueden los costos administrativos de los procesos judiciales y de fiscalización por parte de las autoridades reguladoras, los costos por error judicial: esto es, costos por condenar erróneamente a una persona, en materia de daño social ocasionado por el tratamiento injusto hacia la persona y por la aplicación de la pena.

Por este motivo Becker (1968) menciona que, como regla general, las sanciones pecuniarias, como las multas, son más eficientes ya que tienen un costo por error menor (el daño ocasionado es menor y más fácil de revertir), suelen ser más baratas de aplicar y tienen la ventaja añadida de generar ingresos para el erario. En contraposición, las penas de cárcel suelen involucrar costos importantes, como son los costos procesales, gastos directos necesarios para mantener a una persona en prisión y la pérdida del aporte social de la persona privada de libertad.

En lo relativo a la aplicación de la normativa, Weishaar menciona dos grandes disyuntivas, presentes en la literatura: la primera hace relación a si debe ser aplicada por vía administrativas o judicial. La segunda, respecto a si la aplicación debe ser privada o pública (en manos de, por ejemplo, una fiscalía).

Empecemos con la primera. Las vías administrativas suelen ser, por lo general, más expeditas e incurren en menores costos, dados los menores requerimientos probatorios y de investigación para aplicar sanciones. No obstante, por lo mismo, suelen incurrir en costos por error más elevados, ya que este tipo de procedimientos cuentan con menores garantías para los acusados. El autor considera que, para la aplicación de penas no monetarias (especialmente aquellas que caen el dominio del derecho penal) se deben preferir procesos judiciales con el fin de minimizar el costo por error.

En lo relativo a la segunda disyuntiva, Weishaar (2012) menciona que existe consenso en la literatura respecto a la mayor conveniencia de la aplicación pública de la normativa. Esto se justificaría por varias razones. Por ejemplo, la aplicación privada padece de los siguientes inconvenientes:

1. Las partes privadas afectadas pueden no saber que han sido perjudicadas
2. El costo de abrir un proceso de esta naturaleza puede superar los beneficios esperados del juicio para un privado.
3. Los intereses de los particulares pueden no estar alineados con los intereses sociales, lo que produciría una aplicación subóptima de la regulación desde un punto de vista social.
4. Problema de free-riders: las víctimas pueden querer esperar a que otros privados incurra en los costos del proceso de aplicación de las normas.

Otros argumentos que da (Weishaar, 2012) en favor de una aplicación pública de ley, estaría en que una autoridad regulatoria contaría usualmente con ventajas informacionales en comparación a muchos actores privados² (especialmente si consideramos consumidores comunes), por lo que ésta sería más apta en poder demostrar estos casos, especialmente si cuenta con profesionales especializados en derecho de libre competencia.

No obstante, Weishaar menciona que, en algunos casos, la aplicación pública presenta algunos inconvenientes. Una de ellas es cuándo las multas o sanciones previstas en la legislación de competencia son demasiado bajas. En estos casos, las reclamaciones privadas pueden “llevar a un aumento significativo en el costo de las violaciones a la ley de competencia” (Weishaar, 2012, p. 10) y por lo tanto ser cruciales en tener una política regulatoria efectiva. También podría presentarse el problema de agente-principal típico de la administración pública, en el que los incentivos de las autoridades regulatorias en detectar y sancionar prácticas anticompetitivas no son los adecuados para su aplicación eficiente.

Terminaremos esta sección con una discusión sobre cómo debería ser el diseño del proceso de licitación para eliminar los incentivos a la colusión. Podemos considerar esta sección como la síntesis de muchos de los resultados anteriormente obtenidos. Un primer punto a recordar

²Este punto tendría que ser no obstante matizado para ciertos actores, especialmente empresas que, por el desempeño de sus mismas actividades, cuentan con un conocimiento profundo de los mercados en los que operan. Por ejemplo, es de esperar que una empresa cuente con un mejor conocimiento que las autoridades regulatorias sobre la estructura de costos de la industria.

aquí es que, a diferencia de lo que sucedería con otras modalidades de subasta, la colusión en subastas de primer precio usualmente suelen ser fruto de la interacción repetida más que del diseño de la subasta en sí misma (Salmon, 2004). En este sentido, Salmon busca distinguir entre pactos colusivos que se sostienen, o se ‘autorregulan’ fruto de las mismas reglas de la subasta (como es el caso, por ejemplo, de las subastas ascendentes), de aquellas en las que el pacto es inherentemente inestable, y serían por lo tanto imposibles en juegos one-shot, y requieren de un control externo.

Esto se debe principalmente a que, como ya vimos, en las subastas de primer precio existen siempre incentivos al desvío, por lo que necesitan del soporte de estrategias de castigos típicas de las colusiones que se sostienen por medio de la interacción repetida (Krishna, 2010). En este sentido, la teoría que explica este comportamiento es la misma que aplica también a colusiones entre competidores que actúan en mercados de competencia imperfecta (como podría ser el caso de oligopolios en competencia a la Cournot o a la Bertrand).

Weishaar (2012) plantea, en consecuencia con lo anterior, que los factores importante a controlar dicen relación a la información que se suministra a los participantes, la frecuencia de las interacciones entre las partes, el valor de reserva y el número de participantes en las licitaciones. De esta forma, el autor nos hace las siguientes recomendaciones:

1. No publicar información que pueda servir para monitorear un acuerdo, o hacerlo con el retraso necesario para que esta información sea de menor utilidad para estos fines. En este punto, es importante llegar a un balance entre los principios de transparencia y probidad que rigen al derecho administrativo, y la necesidad de establecer mecanismos eficientes para impedir la colusión. Entre los tipos de información que podrían servir a estos efectos, podemos mencionar el revelar los bids de los perdedores, la identidad de los participantes, etc.
2. Maximizar el número de participantes serios en las licitaciones. Un número elevado de participantes dificulta colusión principalmente por dos vías: haciendo más difícil el concertar y sostener un acuerdo colusorio, y en reducir los beneficios que pueden obtener los agentes por ser parte del acuerdo. Medidas que ayudarían a este fin podría ser facilitar la entrada de proveedores extranjeros, reducir requerimientos innecesarios para la participación, etc.
3. Limitar la frecuencia de la licitación. Mantener la colusión requiere un mayor grado de cooperación si es poco frecuente. Una buena estrategia para concretar esto podría ser concentrar las compras en el tiempo o centralizarlas en un único ente licitador.

4. Fijar estratégicamente el precio de reserva. Según Weishaar, los precios de reserva complican la colusión por las siguientes vías: primero, si el valor de reserva se mantiene en secreto, es más difícil de acordar las estrategias a seguir en la colusión. Segundo, si la entidad licitadora sospecha colusión, es posible reducir los beneficios de cártel subiendo el precio de reserva, como lo muestran McAfee y McMillan (1992).
5. No seleccionar al azar al ganador en caso de empate. Esto por qué puede ser una estrategia de repartición de mercado en pactos colusorios basados en pujas idénticas. Weishaar recomienda que en estos casos la selección se base en algún principio arbitrario (normativa ambiental, laboral etc.), con de quebrar la asignación aleatoria del contrato.

Capítulo 7

Conclusiones

Como vimos, las subastas de primer precio tienen propiedades que las hacen atractivas para asignar contratos públicos. Por un lado, bajo un equilibrio competitivo, la teoría nos predice una asignación eficiente y una minimización del gasto del ente licitante. Esto es muy atractivo no sólo en materia de eficiencia del gasto público, sino que también crea ciertas condiciones que aumentan la transparencia en este tipo de compras y elimina, hasta cierto punto, la capacidad de los agentes públicos de asignar discrecionalmente estos contratos. Otro punto a favor de esta modalidad, y especialmente relevante para los objetos de esta tesis, es su propiedad de hacer más difíciles las colusiones. Como vimos, la colusión no es estable dentro de un juego *one-shot*, por lo que se hace necesario recurrir a la interacción repetida para sostenerla.

Para analizar de que manera se puede organizar la colusión, nos basamos principalmente en los modelos propuestos por McAfee y McMillan (1992) y Aoyagi (2003). En el primero, obtuvimos que el esquema óptimo estático (esto es, sin estrategias dependientes en la historia) estaba basado en realización de pujas idénticas, iguales al precio de reserva del vendedor, por parte de todos los miembros del cartel. McAfee y McMillan (1992) proponen esto como una explicación potencial para el alto número de pujas idénticas que se solían observar en subastas. No obstante, por lo menos en lo que respecta a licitaciones públicas, este sistema probablemente no sólo sería altamente sospechoso, sino que probablemente no funcionaría, ya que muchas han eliminado la aleatorización en casos de pujas idénticas, como vimos con Weishaar (2012).

Si bien el mismo esquema de cartel débil propuesto por McAfee y McMillan (1992) puede ser implementado sin necesidad de pujas idénticas sirviéndonos de un esquema rotativo, vimos que es posible mejorar los pagos del cartel utilizando estrategias dependientes en la historia.

A diferencia del cartel de McAfee y McMillan (1992), dónde el bien se asignaba sin importar su eficiencia, el esquema de Aoyagi (2003) involucra fases dónde la asignación era eficiente, seguida de fases de compensación para el perdedor en la fase eficiente (y mantener al esquema compatible en incentivos). Este último esquema, como otros rotativos, tiene la ventaja además de adecuarse más a las prácticas reales en la industria, dada la mayor dificultad y riesgo que implica la implementación de carteles fuertes.

Por último, vimos el fenómeno de la varianza en precios bajo colusión. Es una observación empírica bien establecida que ésta suele caer en fases colusivas (Abrantes-Metz y cols., 2006; Bolotova y cols., 2008; Estrada y Vazquez, 2013; Feinstein y cols., 1985; Jiménez y Perdiguero, s.f.). Si bien existen más de un acercamiento teórico para este fenómeno¹, nos centramos en el modelo de Athey y cols. (2004), que explica la menor varianza como una solución al problema de la revelación de la información privada de costos en el cartel. En este contexto, la mayor rigidez en precios elimina este problema y evita los problemas inherentes a la necesidad de renegociar precios constantemente ante estos choques de costos.

En lo relativo a las medidas para evitar la colusión, vimos que el ente licitante tiene varias herramientas con las cuáles puede combatirla. McAfee y McMillan (1992) y Weishaar (2012) mencionan, por ejemplo, el uso del valor de reserva, la concentración de las licitaciones en el tiempo dentro de un gran contrato, de tal manera que la menor frecuencia en la interacción aumente los incentivos a que los actores de la industria se desvíen del pacto colusivo o la no asignación aleatoria del contrato en caso de pujas idénticas (lo que permitiría contrarrestar cártel débil óptimo de McAfee y McMillan (1992) y obligarlo a utilizar algún medio de comunicación).

Si bien es probable que este tipo de resguardos en el diseño de los procesos, o la existencia de leyes de delación compensada sean más importantes para poder detectar y perseguir colusiones, es probable que los métodos econométricos puedan cumplir un rol valioso en la detección. No obstante, como vimos anteriormente en la revisión de Harrington (2005), existen todavía muchas dificultades para aplicar de manera rutinaria muchas de estas pruebas, principalmente debido a los altos requerimientos informacionales que tienen.

Aquí es especialmente pertinente la crítica de Imhof y cols. (2018) sobre la necesidad de desarrollar pruebas con propiedades que las hagan factibles de utilizar en screenings rutinarios. En este sentido, sus propuestas de test de varianza y de distancia relativa son especialmente interesantes, no solo por su base empírica y teórica, sino que especialmente por sus bajos

¹Por ejemplo Harrington y Chen (2006) plantean un modelo en el que la menor varianza es producto de la necesidad del cartel de suavizar los cambios en precios para eludir la detección

requerimientos informacionales, que las hace fáciles de implementar por las autoridades licitadoras.

Por lo tanto, podríamos incluir entre las recomendaciones de política anteriormente mencionadas relativas al diseño del proceso, la inclusión de estas pruebas y, eventualmente, el desarrollo de otras nuevas.

Referencias

- Abrantes-Metz, R., Froeb, L., Geweke, J., y Taylor, C. T. (2006). A variance screen for collusion. *International Journal of Industrial Organization*, 24(3), 467–486. Descargado de <https://econpapers.repec.org/RePEc:eee:indorg:v:24:y:2006:i:3:p:467-486>
- Aoyagi, M. (2003). Bid rotation and collusion in repeated auctions. *Journal of Economic Theory*, 112(1), 79–105. Descargado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022053103000711> doi: 10.1016/S0022-0531(03)00071-1
- Athey, S., Bagwell, K., y Sanchirico, C. (2004, apr). Collusion and Price Rigidity. *The Review of Economic Studies*, 71(2), 317–349. Descargado de <http://www.jstor.org/stable/3700628>
- Bajari, P., y Ye, L. (2003). Deciding Between Competition and Collusion. *The Review of Economics and Statistics*, 85(4), 971–989. Descargado de <https://econpapers.repec.org/RePEc:tpr:restat:v:85:y:2003:i:4:p:971-989>
- Becker, G. (1968). Crime and Punishment: An Economic Approach. *Journal of Political Economy*, 76. Descargado de <https://econpapers.repec.org/RePEc:ucp:jpolec:v:76:y:1968:p:169>
- Bolotova, Y., Connor, J., y Miller, D. J. (2008). The impact of collusion on price behavior: Empirical results from two recent cases. *International Journal of Industrial Organization*, 26(6), 1290–1307. Descargado de <https://econpapers.repec.org/RePEc:eee:indorg:v:26:y:2008:i:6:p:1290-1307>
- Estrada, E., y Vazquez, S. (2013). Bid Rigging In Public Procurement Of Generic Drugs In Mexico. *CPI Journal*, 9. Descargado de <https://ideas.repec.org/a/cpi/cpijrn/9.1.2013i=10844.html> doi: DOI:,
- Feinstein, J. S., Block, M. K., y Nold, F. C. (1985). Asymmetric Information and Collusive Behavior in Auction Markets. *The American Economic Review*, 75(3), 441–460. Descargado de <http://www.jstor.org/stable/1814810>
- Harrington, J. (2005). *Detecting Cartels* (Economics Working Paper Archive). The Johns Hopkins University, Department of Economics. Descargado de <https://econpapers.repec.org/RePEc:jhu:papers:526>
- Harrington, J., y Chen, J. (2006). Cartel pricing dynamics with cost variability and endogenous buyer detection. *International Journal of Industrial Organization*, 24(6), 1185–1212. Descargado de <https://econpapers.repec.org/RePEc:eee:indorg:v:24:y:2006:i:6:p:1185-1212>
- Imhof, D. (2017, jul). *Simple Statistical Screens to Detect Bid Rigging* (Inf. Téc. n.º 484).

- Descargado de <https://econpapers.repec.org/RePEc:fri:fribow:fribow00484>
- Imhof, D., Karagök, Y., y Rutz, S. (2018, jul). SCREENING FOR BID RIGGING—DOES IT WORK? *Journal of Competition Law & Economics*, 14(2), 235–261. Descargado de <https://doi.org/10.1093/joclec/nhy006> doi: 10.1093/joclec/nhy006
- Jiménez, J. L., y Perdiguero, J. (s.f.). (No)competition in the Spanish retailing gasoline market: a variance filter approach. Descargado de <http://www.recercat.cat/handle/2072/15808>
- Kanavos, P., Seeley, L., y Vadoros, S. (2009). Tender systems for outpatient pharmaceuticals in the European Union: Evidence from the Netherlands, Germany and Belgium. *LSE Health*.
- Krishna, V. (2010). *Auction Theory (Second Edition)* (Second Edi ed.; V. Krishna, Ed.). San Diego: Academic Press. Descargado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123745071000285> doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374507-1.00028-5>
- McAfee, R. P., y McMillan, J. (1992). Bidding Rings. *The American Economic Review*, 82(3), 579–599. Descargado de <http://www.jstor.org/stable/2117323>
- Petrou, P. (2016). Long-term effect of tendering on prices of branded pharmaceutical products. *Health Policy and Technology*, 5(1), 40–46. Descargado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211883715000817> doi: <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2015.10.006>
- Petrou, P., y Talias, M. A. (2015). Price Determinants of the Tendering Process for Pharmaceuticals in the Cyprus Market. *Value in Health Regional Issues*, 7, 67–73. Descargado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212109915000618> doi: <https://doi.org/10.1016/j.vhri.2015.09.001>
- Porter, R., y Zona, J. (1993). Detection of Bid Rigging in Procurement Auctions. *Journal of Political Economy*, 101(3), 518–538. Descargado de <https://econpapers.repec.org/RePEc:ucp:jpolec:v:101:y:1993:i:3:p:518-38>
- Porter, R. H., y Zona, J. D. (1999, apr). Ohio School Milk Markets: An Analysis of Bidding. *The RAND Journal of Economics*, 30(2), 263–288. Descargado de <http://www.jstor.org/stable/2556080> doi: 10.2307/2556080
- Salmon, T. C. (2004). Preventing collusion among firms in auctions. En M. Janssen (Ed.), *Auctioning public assets: Analysis and alternatives* (pp. 80–107). Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9780511610844.005
- Weishaar, S. (2012). *Cartels, competition and public procurement : law and economic approaches to bid rigging*. S.l.: [S.l.] : Edward Elgar Publishing, 2012.