

---

# Aplicaciones de la Teoría de Juegos a la Economía Industrial



# LAS SUBASTAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN ESPAÑA

**JUAN JOSÉ GANUZA**

Universidad Pompeu Fabra  
Departamento de Economía y Empresa

**FERNANDA VIECENS**

Universidad de San Andrés

La teoría de subastas es probablemente la mayor contribución de la teoría de juegos a la economía pública. Las subastas se utilizan en un porcentaje muy importante del volumen total de las transacciones económicas que se realizan. Los bienes que se compran o se venden a través de subastas son muy diversos, desde cuadros y vinos hasta activos financieros y

espectro radioeléctrico. Los contratos públicos y las licencias se adjudican normalmente a través de subastas, y de igual forma, las empresas las utilizan para comprar todo tipo de insumos o seleccionar a sus proveedores. Las aplicaciones de las subastas son innumerables en todos los sectores de la economía, por poner dos ejemplos, en el sector financiero se utilizan por los bancos centrales para hacer subastas de dinero y fijar los tipos de interés o en las ofertas públicas de adquisición para determinar la empresa que va a tomar el control y el precio de la acción de la empresa adquirida. En la pujante economía digital, las subastas se utilizan para asignar los espacios de publicidad y vender información sobre los consumidores, lo que supone una de las principales vías de financiación de las empresas en Internet.

Las subastas no son una idea nueva, se han utilizado desde hace siglos tal como muestra el origen de la palabra. En español, subasta proviene del latín, *sub-asta*, bajo la lanza, y esto se explica porque los romanos utilizaban subastas para vender esclavos al mejor postor, y señalaban al esclavo que estaban vendiendo con una lanza. En inglés se utiliza la palabra, *auction*, que también parece provenir del latín, en particular de *auctus*, que es el participio pasado del verbo *augēre*

(aumentar). Pero aunque todas las sociedades han utilizado las subastas desde hace milenios, hasta la aparición de la teoría de juegos, no fue posible un análisis formal de la teoría de subastas.

Podemos decir que la moderna teoría de subastas comienza con el artículo seminal de Vickrey (1961) que demostraba que formatos muy diferentes de subastas, donde los participantes seguían estrategias muy distintas, podían dar un resultado equivalente. Desde el descubrimiento de este resultado «mágico» conocido como el teorema de equivalencia «*revenue equivalence theorem*», las subastas han formado parte de la agenda de investigación de la teoría económica. Se ha avanzado mucho en la comprensión de los mecanismos de subastas, por un lado, su investigación ha ayudado a entender los fundamentos de la fijación de precios en los mercados, pero lo que es más importante, se ha aprendido a utilizar las subastas, a «diseñarlas». En una subasta, el subastador invita a los participantes a presentar sus pujas, y anuncia las reglas para determinar la asignación del bien y fijar el precio. Diferentes reglas, darán lugar a diferentes comportamientos estratégicos y a diferentes resultados. En función de los objetivos del subastador y las características que tengan los participantes en la su-

basta, la teoría de subastas permite diseñar el mecanismo óptimo, el que en términos esperados da un mejor resultado al subastador dadas las condiciones del mercado.

En este artículo primero vamos a revisar los principales resultados de la teoría de subastas y las técnicas para el diseño óptimo de mecanismos de adjudicación. En segundo lugar, utilizaremos la teoría de subastas para analizar la asignación de un recurso escaso por parte de la Administración, el espectro radioeléctrico en el sector de las telecomunicaciones. El espectro radioeléctrico es un insumo fundamental para proveer servicios de televisión, radio, telefonía móvil, Internet-WIFI, y también servicios especiales (emergencias, domótica, control de instalaciones remotas, etcétera). Por todo ello, el impacto económico del espectro es muy importante, se puede estimar entre 300.000 millones de euros en la Unión Europea y 22.000 millones en España. El espectro es un recurso escaso porque para utilizarlo las empresas de servicios necesitan disponer de él en exclusividad (de un rango de frecuencias en una determinada área), con el fin de evitar interferencias que impidan la provisión del servicio o reduzcan drásticamente su calidad. Para garantizar un uso eficiente del espectro que permita el desarrollo del máximo posible de actividad económica, la Administración asigna el espectro en exclusividad (otorga licencias) a distintas empresas y actividades y regula su uso para evitar externalidades negativas. Nuestro objetivo es analizar cómo la Administración debería realizar dicha asignación del espectro para proveer servicios de telecomunicaciones (redes móviles, telefonía y transmisión de datos).

La estructura del artículo es la siguiente. En la primera sección, se plantea el problema de la Administración, definiendo los objetivos que debería perseguir en la asignación del espectro. En la segunda sección, se presenta la decisión más importante: ¿Qué mecanismo se debe utilizar para asignar el espectro? La respuesta a esta pregunta nos lleva a las subastas, que como mecanismo de adjudicación de licencias tienen importantes ventajas sobre las loterías y los concursos de belleza. Pero eso es solo la mitad del camino, porque existen diferentes formatos de subastas, y muchas formas distintas de diseñar las reglas de asignación del bien y fijar el precio. Por ello, en la sección tercera se revisan los resultados fundamentales de la teoría de subastas y el problema del diseño óptimo de la subasta. Por último, se analizan las adjudicaciones del espectro realizadas en España con especial atención a las subastas de licencias 3G y la subasta de espectro radioeléctrico vinculada al dividendo digital realizada en el año 2011. Finalmente, se presentan las conclusiones.

## OBJETIVOS: EFICIENCIA DINÁMICA Y ESTÁTICA ¶

El primer paso para caracterizar un mecanismo óptimo de adjudicación del espectro es determinar los objetivos que debe perseguir la Administración en la asignación del mismo.

**Eficiencia.** El primer objetivo debería ser poner el espectro en las mejores manos, o en términos menos coloquiales, hacer una asignación eficiente del espectro. Asignar las licencias de telecomunicaciones a las empresas con menores costes o mejores planes de negocio es una condición necesaria (aunque como discutiremos más tarde, no suficiente) para maximizar el bienestar social.

**Maximización de ingresos.** Un segundo objetivo, mucho más controvertido, es la extracción de rentas. El espectro es un bien escaso y explotarlo para dar servicios de telecomunicaciones requiere de inversiones que traen consigo importantes economías de escala. Por todo ello, normalmente de la asignación eficiente del espectro se derivan un número limitado de licencias y un mercado *ex post* en competencia imperfecta, que generará importantes beneficios a las empresas. La Administración debería extraer el máximo de estas rentas por equidad y eficiencia. Las empresas ganadoras deberían pagar por sus rentas futuras, por equidad con respecto a las empresas que no han obtenido las licencias y con respecto a los consumidores que pagarán unos precios más altos por la falta de competencia. También es importante un argumento de eficiencia. Recaudar fondos públicos a través de impuestos genera ineficiencias porque distorsiona las decisiones de consumidores y/o productores. Por el contrario el precio pagado por la obtención de una licencia es un coste fijo para las empresas, y por lo tanto, no distorsiona sus decisiones futuras de inversión y fijación de precios.

**Transparencia.** Un tercer objetivo debe ser garantizar la transparencia, neutralidad y objetividad de la adjudicación. Como hemos dicho con anterioridad, la asignación del espectro lleva consigo la asignación también de rentas futuras. Por eso, es imprescindible que la Administración garantice un tratamiento igualitario a las empresas que participen en el proceso de adjudicación.

**Rapidez.** Un cuarto objetivo es que la asignación sea un proceso rápido, que ponga en las manos del mercado el espectro en el menor tiempo posible para generar la máxima actividad económica.

**Competencia.** Finalmente, la Administración debe preocuparse en la adjudicación de las condiciones del mercado *a posteriori*, de reducir en lo posible la incertidumbre de las empresas y en particular de que haya suficiente competencia *ex-post*. El número de licencias, las condiciones de utilización del espectro y el marco regulatorio determinarán los beneficios de las empresas y el bienestar futuro de los consumidores. Por ello, es deseable reducir al máximo la incertidumbre regulatoria y establecer unas reglas de juego equilibradas para el futuro que reduzcan el poder de mercado de las empresas. Este objetivo (eficiencia dinámica), puede entrar en contradicción, y no debería ser relegado a la obtención de rentas. Las empresas estarían dispuestas a pagar por una licencia de monopolio más del doble de lo que pagarían

por una licencia de duopolio, pero este ingreso adicional, tendría asociado unos importantes costes de eficiencia por el poder de mercado de la empresa y de pérdida de bienestar por parte de los consumidores. A veces es útil descomponer el proceso en dos partes: primero, diseñar las condiciones del mercado futuro, número de licencias, condiciones de uso del espectro, regulación, pensando en maximizar la eficiencia dinámica, que garantice precios bajos y competencia efectiva entre empresas, se podría incluso imponer restricciones para obtener una recaudación mínima o limitar el subsidio en caso de garantizar un servicio universal. Segundo, adjudicar dicha estructura de mercado de forma eficiente, asignando el espectro a las empresas que mejor uso pueden hacer de él (eficiencia estática) y extrayendo el máximo de rentas.

### MECANISMOS DE ADJUDICACIÓN: SUBASTAS, LOTERÍAS Y CONCURSOS DE BELLEZA †

Como se verá con posterioridad en los ejemplos de las subastas de licencias 3G en Europa, la decisión más importante que debe tomar la Administración es qué mecanismo utilizar para adjudicar el espectro. Tradicionalmente han sido tres los mecanismos que se han utilizado en la asignación del espectro radioeléctrico: loterías, concurso de belleza y subastas. Analizemos brevemente dichos mecanismos a la luz de los objetivos que se han definido en la sección anterior.

**Loterías.** Las loterías supusieron una mejora sobre los procedimientos administrativos que se utilizaban con anterioridad, porque asignaban las licencias de forma rápida y transparente. De hecho se utilizaron para asignar las licencias de 3G en EE.UU cuando el número de licencias aumentó significativamente. Sin embargo, las loterías tienen un problema importante, la asignación es por definición arbitraria y no es eficiente. Para evitar esto, normalmente se permite que las licencias se puedan revender, lo que aplicando el teorema de Coase (1) debería teóricamente garantizar que el espectro acabase en las empresas que mejor uso pueden hacer de él. El teorema de Coase establece que la asignación inicial de derechos de propiedad es irrelevante en términos de bienestar dado que en un proceso de negociación eficiente la parte que valora más el bien puede obtenerlo compensando a la parte que posee el derecho de propiedad con una cantidad mayor que su valoración. En la realidad, siempre existen fricciones en los procesos de negociación –información asimétrica, restricciones de liquidez, costes de transacción, etcétera– y aunque la reventa aumenta la eficiencia con respecto a la asignación inicial, el resultado final puede distar mucho de una asignación eficiente. Esto es lo que sucedió en las subastas de 3G americanas. Se presentaron a la adjudicación y obtuvieron licencias, muchos especuladores y empresas pequeñas, incluso alguna con un solo empleado: un profesor de instituto, que no tenían intención de

o se vieron incapacitados para operar las licencias. Como consecuencia de ello, se produjo un proceso de renegociación largo y no perfecto, y el espectro quedó muy fraccionado, perdiéndose la oportunidad de realizar muchas inversiones para rentabilizar el espectro, con un importante coste de bienestar para empresas y consumidores.

**Concursos de belleza.** Los concursos de belleza son un mecanismo de adjudicación muy extendido, y se basan en el anuncio de una *scoring rule*, una regla de asignación de la licencia que depende de diversos parámetros de calidad: inversiones, plan de empleo, etc...El precio puede ser un criterio más en la regla de asignación o simplemente no figurar y estar fijado con antelación. El principal problema de los concursos de belleza es la falta de transparencia. La evaluación de la calidad es subjetiva, y existe mucha discrecionalidad en la evaluación de los distintos apartados de la *scoring rule*. Por lo tanto, los concursos de belleza son más sensibles a problemas de corrupción, captura del regulador y proteccionismo. Además, dado los importantes costes que tiene para las empresas la presentación de ofertas, esta falta de transparencia se traduce típicamente en menor entrada y menos competencia. La eficiencia podría en teoría obtenerse con una adecuada *scoring rule*, dado que la empresa más eficiente estaría en mejor disposición de poder producir calidad.

No obstante, definir correctamente la *scoring rule* requeriría conocer perfectamente la función de producción de las empresas y la demanda de los consumidores. Además, un problema adicional de los concursos de belleza es garantizar que las condiciones establecidas en la oferta se lleven a cabo. En las adjudicaciones 3G en España, las empresas se comprometieron a ambiciosos planes de inversiones y de empleo que nunca se realizaron. La Administración se encontró con una demanda muy reducida con respecto a las estimaciones iniciales y empresas con problemas financieros, y fue incapaz de hacer cumplir los compromisos contractuales. Por último, el precio se subordina a otras variables o directamente se fija con antelación. En este último caso existe la posibilidad de cometer un error importante porque la información que tiene la Administración sobre el valor de la licencia para las empresas es frecuentemente limitada o sesgada por el sector. Este fue el caso de la subasta 3G en España donde como comentaremos más tarde el precio por licencia que se fijó en el concurso, fue «sorprendentemente» bajo.

**Subastas.** Las subastas son el mecanismo en el que nos centraremos en este artículo porque tienen una ventaja determinante, al asignar la licencia a la mejor oferta económica garantizan simultáneamente la extracción de rentas y la eficiencia de la adjudicación. Esto es debido a que la empresa que está dispuesta a pagar un precio mayor por adquirir la licencia es a su vez la que puede hacer un mejor uso de ella, ya que tiene un mejor plan de negocio, o menores costes. Las empresas ganadoras que han incurrido en un coste fijo en

la adquisición de las licencias, tomarán las decisiones de inversión, de empleo, y de elección de plan de negocio que maximizen sus beneficios. Lo que garantiza también la eficiencia dinámica, si el marco regulatorio establecido es el adecuado. Las subastas además son transparentes y garantizan la neutralidad de la adjudicación. Por todo ello, las subastas son frecuentemente utilizadas en el mundo como mecanismo para asignar el espectro. Por ejemplo, se han realizado más de 70 subastas de espectro en EE.UU, desde que se utilizó, con mucho éxito, por primera vez en 1994.

## DISEÑO ÓPTIMO DE SUBASTAS ‡

Aunque las subastas tienen muchas ventajas como mecanismo de adjudicación del espectro y su uso está muy extendido, como veremos más adelante, hay subastas que tienen éxito y otras que no. Diseñar bien una subasta es un problema complejo, que requiere conocer bien la teoría de subastas y el entorno competitivo. En las siguientes líneas, haremos un breve repaso de la teoría de subastas y de los principios que sirven para caracterizar el diseño de la subasta óptima. Aunque los resultados que vamos a revisar se pueden encontrar en numerosas referencias, podemos destacar Klemperer (2004) que presenta los principales conceptos del diseño óptimo de subastas de forma precisa y concisa. Milgrom (2004) y Krishna (2010) son buenas referencias para los lectores interesados en los detalles técnicos de la teoría de subastas.

Supongamos que un subastador quiere utilizar una subasta para vender un bien (2) entre  $N$  potenciales compradores que tienen cada uno, una valoración distinta e independiente del mismo. Por subasta entendemos, un mecanismo de adjudicación en el que los participantes pujan un determinado precio, y el subastador asigna el bien y determina las transferencias a los participantes en función de una regla determinada con antelación. Dada esta descripción existen un número indeterminado de posibles mecanismos de subasta –subastas donde todos pagan, donde el ganador compensa a los perdedores, etcétera–. En este artículo nos centraremos en los cuatro mecanismos de subastas clásicos, que son la base de los mecanismos de subastas que se usan en la realidad, y que como discutiremos más tarde son además óptimos bajo ciertas condiciones.

**Subasta de primer precio.** Los participantes entregan su oferta en un sobre cerrado. Gana la subasta con la mayor oferta y se paga el precio que viene especificado en la oferta.

**Subasta de segundo precio.** Los participantes entregan como en el caso anterior sus ofertas en un sobre cerrado. Gana la subasta la mayor oferta y se paga el precio que viene especificado en la segunda mejor oferta.

**Subasta inglesa.** Se parte de un precio inicial y un subastador va aumentando el precio progresivamente.

Los participantes señalan al subastador que están aceptando el precio, y cuando éste es mayor que su disponibilidad a pagar por el bien, anuncian al subastador que se retiran de la subasta. Cuando sólo queda un participante, la subasta termina y este participante es el ganador. El precio es aquel en el que se retiró el penúltimo participante. Esta subasta se utiliza muy frecuentemente para la asignación de licencias, y se puede implementar con un reloj que incrementa el precio de forma continua, y dispositivos manuales para que los participantes señalen que siguen activos. También se utiliza para asignar licencias, con alguna variación menor, el mecanismo que tradicionalmente se sigue para subastas de arte. Los participantes hacen ofertas de forma secuencial, y la subasta termina cuando ningún participante quiere hacer una oferta superior.

**Subasta holandesa.** Un subastador fija un precio y lo comienza a reducir progresivamente. El proceso termina cuando alguno de los participantes anuncia que está dispuesto a aceptar el precio. Ésta es la subasta que se utiliza tradicionalmente en España en las lonjas de pescado y el nombre se debe a las subastas de tulipanes realizadas en Holanda.

El comportamiento de los participantes y las pujas de equilibrio son distintos en cada tipo de subasta. Es intuitivo ver que en el caso de la subasta inglesa, la mejor estrategia de los participantes es aceptar el precio del subastador siempre que éste esté por debajo de su valoración del bien y dejar de hacerlo cuando el precio esté por encima. La subasta de segundo precio es estratégicamente equivalente, y los participantes introducen en el sobre una puja igual a su valoración. La subasta de primer precio y la subasta holandesa son también estratégicamente equivalentes entre sí (la ventaja de la subasta holandesa es la rapidez en la asignación, por eso se utilizan en las lonjas de pescado), y aunque su equilibrio es más complejo de caracterizar, es fácil ver que no puede ser equilibrio que los participantes pujen su verdadera valoración. De ser así, sus beneficios serían cero, y pueden obtener beneficios positivos en términos esperados si hacen una puja más baja que su valoración.

Dado que los participantes se comportan estratégicamente de forma distinta, ¿cuál de estos mecanismos da un precio más alto al subastador?, ¿cuál es la subasta óptima? El teorema de equivalencia responde a estas preguntas de una forma sorprendente dependiendo de si las empresas son:

- Neutrales al riesgo: están indiferentes entre una situación sin incertidumbre y una con riesgo, siempre que ambas den los mismos beneficios esperados
- Simétricas: *ex ante*, el subastador piensa que todas tienen las mismas probabilidades de tener una valoración alta o baja.
- Tienen valoraciones independientes: no hay correlación entre ellas, conocer la valoración de una competidora, no modifica la valoración esperada del bien.

Estas cuatro subastas clásicas, y muchas más, que podemos denominar «monótonas», dan el mismo resultado esperado. Por subastas «monótonas» entendemos subastas en las que en equilibrio, los participantes con una valoración mayor pujan una cantidad mayor y los beneficios del participante con la menor valoración posible son cero. Las cuatro subastas clásicas son «monótonas» pero hay muchas más, por ejemplo, una «*all pay auction*», en que todos los participantes pagan de forma efectiva su puja, y la oferta más alta obtiene el bien, es monótona. Este resultado se debe a Vickrey (1961), que demostró la equivalencia entre la subasta de segundo y primer precio. La explicación del teorema de equivalencia fue un reto para la investigación en economía y teoría de juegos durante veinte años, hasta que Myerson (1981) desarrolló un método basado en el diseño de mecanismos para analizar el diseño de la subasta óptima.

Este método vigente en nuestros días, se basa en otro maravilloso y misterioso principio llamado «principio de revelación» que es la clave de la teoría moderna de subastas, y que nos permite resolver la pregunta central, ¿cuál es la mejor forma de vender un bien?, ¿cuál es la subasta óptima? La respuesta es igualmente sorprendente, bajo las condiciones del teorema de equivalencia, cualquier subasta monótona con un precio de reserva –no sé admiten pujas por debajo de ese precio–, es un mecanismo óptimo. Es importante resaltar la importancia de este resultado. Utilizar una sencilla subasta monótona con un precio de reserva, genera una asignación eficiente y un precio esperado más alto, no solo que una lotería o concurso de belleza, sino que cualquier otra forma de vender el bien, una negociación, fijar un precio fijo, etcétera. Fijar el precio de reserva de forma adecuada es crucial para el resultado de la subasta. El problema no es sencillo. Se debe encontrar un equilibrio, si se eleva el precio de reserva, se reducen las rentas de los participantes pero aumenta el riesgo de que la subasta quede desierta (3).

Lamentablemente las condiciones del teorema de equivalencia son demasiado restrictivas, y si no se cumplen, la elección del formato de subasta y su diseño es complejo y clave en el resultado final. En las siguientes líneas, se analizan distintas situaciones en las adjudicaciones de espectro donde las condiciones del teorema de equivalencia no es probable que se cumplan.

En casi todas las adjudicaciones las empresas no son simétricas *ex-ante*, hay competidores fuertes (débiles) que *a priori* tienen una mayor (menor) probabilidad de tener una valoración alta del bien. Por ejemplo, en las adjudicaciones de espectro para la telefonía móvil, las empresas ya establecidas en el mercado, que tienen una marca establecida, una cartera de clientes, inversiones hechas, etcétera. Son competidores fuertes, y los potenciales entrantes al mercado que tienen que realizar una mayor inversión y crearse una base de consumidores, son competidores débiles. El mecanismo óptimo diseñado por Myerson (1981) conlleva discriminar a favor de los débiles. Por ejemplo,

permitiéndoles que paguen solo una parte de la puja, o adjudicando el bien a los fuertes solo cuando su oferta sea superior en un determinado porcentaje. La idea es sencilla, discriminando a favor de los participantes más débiles, se mejora la competencia y con ello los beneficios del subastador. El coste es que la discriminación conlleva que el bien no se asigne eficientemente. Pero en equilibrio algo de discriminación positiva a favor de los débiles siempre favorece al subastador. Por ejemplo, en las primeras subastas de espectro que se utilizaron en EE.UU en 1994, se discriminó a favor de las empresas pequeñas y controladas por minorías. El resultado de esta discriminación positiva fue un aumento de la competencia y del precio del espectro, además de una distribución más igualitaria socialmente de las licencias.

En numerosos procesos de adjudicación no es posible discriminar entre los participantes, y el subastador está restringido a utilizar subastas simétricas. En esta situación una subasta de primer precio/holandesa da un resultado esperado mejor para el subastador que una subasta de segundo precio/inglesa. Este resultado de Maskin y Riley (2000) es complejo de explicar técnicamente, pero intuitivamente en la subasta de segundo precio y en la subasta inglesa los participantes pujan su valoración, por lo que la asimetría en el mercado *ex-ante* se trasladará a las pujas *ex-post*, es decir, no habrá competencia. En el caso de la subasta de primer precio, los participantes reducen estratégicamente su valoración. Si observasen la valoración del participante débil cuando éste tuviera una valoración baja, reducirían mucho su oferta, y cuando fuera alta, poco, pero como no pueden observar la valoración, para protegerse de que los participantes débiles tengan una realización anómalamente alta, realizan ofertas más competitivas que en el caso de la subasta de segundo precio o inglesa. Por un argumento parecido, cuando los participantes en la subasta son aversos al riesgo, la subasta de primer precio/holandesa da también un resultado superior a una subasta de segundo precio/inglesa (4).

La hipótesis de la independencia de las valoraciones también es discutible en las subastas de espectro. El valor de las licencias para los participantes está muy correlacionado porque depende de elementos comunes como la demanda y gran parte de la estructura de costes, en la jerga de la teoría de subastas, sería un modelo de valoración común. Además, un problema añadido en la adjudicación de licencias de espectro es que existe mucha incertidumbre sobre el valor del mismo. La demanda de los servicios que se ofertarán depende entre otros muchos factores del desarrollo de la tecnología y de las aplicaciones que se desconocen en el momento de la adjudicación. El valor de las licencias 3G se redujo drásticamente después de su adjudicación por el retraso en disponer de terminales accesibles a los consumidores.

La combinación de estos dos factores llevan a la conocida maldición del ganador: si los participantes pujan según sus estimaciones sobre el valor de la licencia, es de esperar que el ganador de la subasta sea

el que ha sido más optimista y obtenga beneficios negativos, dado que si las estimaciones son insesgadas, el valor estará más cerca de la media de las estimaciones que de la más alta. El problema es que los participantes en la subasta son racionales, y como son conscientes de la maldición del ganador, reducen sus pujas en la subasta. Así, computan su valoración esperada condicionada a que son los ganadores y han sobreestimado la licencia, y el subastador termina recibiendo un precio más bajo. Por ello, y para evitar futuras quiebras con importantes costes de transacción, es importante reducir la maldición del ganador. En esta dimensión la subasta inglesa es superior a la subasta de primer o segundo precio donde las pujas se presentan en sobre cerrado, porque los participantes aprenden de las valoraciones del resto durante el proceso de puja, reduciendo la incertidumbre y con ello la maldición del ganador. En el diseño del proceso de la adjudicación son importantes dos elementos tradicionales de la política de competencia y la economía industrial: la entrada de nuevos competidores y la colusión. Klemperer (2004) va un paso más allá y defiende, basándose en la experiencia de las subastas 3G en Europa, que garantizar la participación de nuevos entrantes en la subasta y reducir las posibilidades de colusión, son de hecho los dos aspectos clave del diseño del proceso de adjudicación.

Como hemos dicho con anterioridad, los potenciales entrantes en el mercado son participantes débiles porque parten en desventaja con respecto a las empresas establecidas. Sin embargo, su participación es crucial para garantizar la competencia y obtener un buen resultado para el subastador. Para hacer la participación atractiva a nuevos entrantes, el subastador de la licencia debe diseñar el proceso de adjudicación con antelación, difundir información e invitar a participar a las empresas que puede ser candidatas a ello. También se debe reducir al máximo la incertidumbre reguladora, para garantizar unas reglas de competencia claras entre las empresas establecidas y las nuevas entrantes. Centrándonos en el diseño de la subasta, la subasta de primer precio/holandesa favorece más que la subasta segundo precio/inglesa la participación de nuevos entrantes, por los argumentos expuestos con anterioridad sobre su efecto procompetitivo cuando hay participantes débiles. Por último, el número de licencias es crucial. Cuando el número de licencias coincide con el de empresas establecidas, la probabilidad de que se produzca entrada es pequeña porque las potenciales entrantes anticipan que tienen una probabilidad de ganar pequeña que no compensa los costes de entrada. Contraintuitivamente, aumentar el número de licencias en esta situación, garantizando que habrá en equilibrio nuevos entrantes en el mercado, puede animar a la entrada, generando más competencia y aumentando con ello el precio de las licencias (5).

Otro factor determinante en el resultado de una subasta es reducir la posibilidad de colusión entre los participantes. Las subastas de primer precio en sobre ce-

rrado son un mecanismo menos vulnerable a la colusión que los mecanismos abiertos como la subasta inglesa, donde las empresas pueden utilizar las diferentes rondas de pujas para comunicarse a través, por ejemplo, de los decimales de las pujas. La subasta de segundo precio, a pesar de ser en sobre cerrado, es muy sensible a los problemas de colusión dado que el precio que paga el ganador está desvinculado de su puja. Pensemos, por ejemplo, en un cartel que acuerda que una empresa pujan una cantidad arbitrariamente alta –será la futura ganadora y repartirá los beneficios con las demás–, y las otras empresas pujan la oferta mínima admisible. El precio será igual a la puja mínima, y no existen incentivos para que los participantes quieran romper el cartel porque implicaría superar la primera puja, teniendo que pagar un precio demasiado alto por el bien subastado (6).

Finalmente, también garantizar la eficiencia dinámica, las condiciones de mercado *ex-post* forma parte del diseño de la subasta. En particular es común en las subastas de espectro introducir «*spectrum caps*», limitaciones para evitar que las empresas establecidas adquieran una gran cantidad de espectro y con ello, adquiera un excesivo poder de mercado.

Se puede concluir con el mensaje de que no hay una sola subasta óptima, no hay receta. Diseñar el mejor mecanismo de adjudicación requiere identificar en cada situación qué factor de los que hemos visto es el que tiene un peso mayor. Adaptando la subasta al entorno competitivo (7). No es un trabajo sencillo, pero la experiencia europea en las adjudicaciones de licencias 3G y 4G demuestra que invertir en un buen diseño puede ser muy rentable en términos de eficiencia e ingresos.

## LA ADJUDICACIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN ESPAÑA ▼

Tradicionalmente el espectro radioeléctrico se asignaba en España a través de concesiones administrativas. Con la liberalización del mercado de las telecomunicaciones, la Administración Española decidió introducir criterios económicos, eficiencia y generación de ingresos, en la asignación del espectro y utilizar mecanismos competitivos para su adjudicación (8). En esta sección repasamos los dos procedimientos competitivos de asignación del espectro más importantes que se han llevado a cabo en España. La adjudicación de licencias 3G en el año 2000 y la subasta del «dividendo digital» en el año 2011. Como referencias de esta sección podemos citar Klemperer (2004), que hace un análisis global de las subastas 3G en Europa, y comenta brevemente la adjudicación española. Un análisis de la subasta de espectro en España del 2011 puede encontrarse en Antonie y Colino (2011) y Hernando-Rábanos (2014). Antonie y Colino (2011) realizan un análisis ex ante de la subasta, comparándola con el precedente alemán. Hernando-Rábanos (2014) analiza los resultados obtenidos.

### Adjudicación de licencias 3G (2000) ↓

En los años 2000 y 2001 casi todos los países europeos llevaron a cabo los procesos de adjudicación de espectro para operar licencias de móviles 3G con la tecnología UMTS a las que nos hemos referido con anterioridad. Las expectativas sobre los móviles de tercera generación eran muy altas, dado que esta tecnología permitía extender el uso de Internet a las redes móviles. Todo esto sucedía además en un contexto en el cual la confianza en el mercado de las telecomunicaciones era ilimitada.

En su conjunto, se puede considerar que este proceso de adjudicación fue el mayor de la historia, dado que se recaudaron más de 100.000 millones de euros. De esta cantidad España obtuvo poco más de 456 millones de euros, mientras que el Reino Unido, por ejemplo, consiguió alrededor de 39.000 millones de euros. Pero la comparación más justa se debe hacer en términos per cápita. Pues bien, mientras el Reino Unido recaudó unos 642 euros per cápita, España recaudó 11. Por lo tanto, si reducimos algo la cantidad per cápita en España por la diferencia en renta, podemos estimar el coste del error del gobierno español entre unos 20.000 y unos 25.000 millones de euros.

El principal error de la Administración Española fue fijar de antemano el precio de las licencias 3G y adjudicarlas mediante un concurso de belleza, en lugar de realizar una subasta. No fue el único en seguir utilizar este método, también lo hicieron Finlandia (0), Suecia (0), Portugal (40), Francia (168), Irlanda (27) y Luxemburgo (2), donde las cantidades entre paréntesis se refieren a los euros per cápita recaudados. Por el contrario, el Reino Unido (642), Holanda (372), Italia (213), Bélgica (44), Dinamarca (96), Alemania (619), Austria (109) y Grecia (46) utilizaron una subasta. En términos de recaudación, los países que utilizaron concursos de belleza recaudaron 35 euros per cápita, mientras que los países que utilizaron subastas obtuvieron 266 euros per cápita. La disparidad en los resultados de la subasta, se explica por los fallos que cometieron algunos países en su diseño así como por el momento en que realizaron las subastas. Alemania y Reino Unido eligieron buenos diseños y consiguieron que el precio se acercase a la valoración real que las licencias tenían para las empresas, por encima de los 600 euros. Países como Holanda o Italia fallaron en sus diseños y consiguieron una tercera parte de la recaudación per cápita. Dinamarca utilizó un diseño de subasta correcto pero adjudicó sus licencias en el 2001, cuando las expectativas sobre el valor del negocio habían caído mucho y consiguió unos 96 euros per cápita. Las diferencias de recaudación entre los países generaron un gran debate público y académico, del que emergieron dos grandes conclusiones: las subastas se convertirían casi en exclusividad en el método para adjudicar el espectro en el futuro, y el diseño de las subastas es crucial para su éxito.

Aunque en la comparación entre los mecanismos de adjudicación nos hemos centrado en el ingreso que

obtuvieron las distintas administraciones, los concursos de belleza tampoco han demostrado ser superiores a las subastas en el otro gran objetivo, la eficiencia. Por ejemplo, en el caso de España obtuvo una licencia de 3G una empresa que no llegó a operar, y el resultado del concurso no contribuyó a introducir nuevos entrantes que aumentasen la competencia en el mercado. Además, el resultado del concurso fue llevado a los tribunales dado que, en general, es imposible aplicar de forma objetiva y transparente la regla de evaluación *scoring rule*, por lo que suele ser bastante probable que la adjudicación final dé lugar a disputas y querrelas judiciales. En este caso, concurría el agravante de que el gobierno no pudo hacer valer el calendario de inversiones y explotación de la licencia al que las empresas se habían comprometido en sus ofertas.

### La Subasta 4G (2011). El «dividendo digital» ↓

Como respuesta a un gran incremento de demanda asociado al crecimiento exponencial del número de teléfonos móviles inteligentes y de las transmisiones de datos en general, entre 2010 y 2012 se produjo otra ola de subastas y adjudicaciones de espectro en Europa. En 2011, España puso en el mercado 310MHz de espectro, un 70% más del que ya existía. Una parte significativa de este espectro provenía del dividendo digital. Se cerraron los canales analógicos de TV y se substituyeron por canales digitales que requerían solamente 1/8 del espectro (9). En concreto se adjudicaron seis licencias (2\*5MHz de espectro) en la banda de 800MHz, dos en la banda 900MHz, una de ellas de un tamaño ligeramente menor de 2\*5MHz, y diversas licencias en la banda de 2600 MHz. Nos centraremos en las licencias de 800MHz y 900MHz por ser estas las más valiosas, pues requieren de menor inversión para ser explotadas y dan mejor cobertura.

Tras la mala experiencia del concurso de las licencias 3G, la Administración española adjudicó las licencias utilizando una subasta inglesa con múltiples rondas y fijó precios de reserva de 170 y 169 millones de euros. Los operadores tenían limitaciones para adquirir el espectro. Para limitar el futuro poder de mercado de las empresas, no podían acumular más de 20MHz de espectro en las bandas de 800MHz y 900MHz (*spectrum caps*) y si una empresa obtenía más de 10MHz en la banda de 900MHz, estaba obligada a permitir a operadores virtuales el uso de su red.

El diseño era muy similar a la subasta de espectro que se había celebrado poco tiempo atrás en Alemania, que como España había adjudicado seis licencias en la banda de 800 MHz, y otras de menor valor económico en las bandas de 1800 y 2600 MHz. Alemania adjudicó las valiosas licencias de 800 MHz a Telefónica, Vodafone y Deutsche Telekom, dos licencias a cada una por un valor medio de 600 millones de euros cada una de ellas. La cuarta empresa establecida en el

mercado, KPN abandonó la subasta y tendrá que operar como operador virtual. La subasta globalmente generó unos ingresos de 4300 millones para el Estado alemán.

Sin embargo, el resultado en términos de ingresos en España, en donde se recaudaron 1647 millones de euros, fue peor que en Alemania, y también fue menor que el objetivo de 2000 millones de euros que se había marcado el gobierno inicialmente. Ajustado por población, las licencias en la banda de 800 se adjudicaron por unos 0.47 euros/MHz-PoP, mientras que en Alemania el precio de la licencia ascendió a 0.73 /MHz-PoP. Por lo tanto, el precio de la licencia de la banda de 800 en términos per cápita fue el 64% del precio de la licencia alemana. La comparación con las licencias de 900 es todavía peor, dado que se asignaron al precio de reserva, recaudando en términos per cápita 0.37 euros/MHz-PoP (el 50% de la recaudación alemana).

Este resultado no fue una sorpresa para el sector, a pesar de que las subastas alemana y española tenían un diseño muy similar, las condiciones de competencia eran distintas. En Alemania existían cuatro empresas establecidas y se subastaban seis licencias. Por cuestiones técnicas, se necesitaban al menos dos licencias para alcanzar el tamaño mínimo eficiente. Por lo tanto, había cuatro participantes fuertes para tres paquetes de licencias, lo que garantizaba la competencia en la subasta.

En el caso español existían tres empresas establecidas fuertes: Telefónica que disponía de 2\*5 MHz en la banda de 900 MHz, Vodafone que disponía de 2\*10 MHz en la banda de 900 MHz y Orange, que tenía de 2\*5 MHz en la banda de 900 MHz. Es decir había tres empresas establecidas fuertes que disponían de cuatro bloques de espectro de 2\*5 MHz y el gobierno ofertaba ocho bloques más con la restricción de que ninguna empresa podría tener más de cuatro. Aunque las empresas establecidas pujasen por la máxima cantidad de espectro permitida 20MHz en las bandas de 900 MHz y 800MHz, las tres empresas podían conseguir su objetivo dado que en esas bandas la cantidad de espectro disponible ascendía a 60 MHz. En resumen, dada la cantidad de espectro ofertada, las empresas establecidas no tenían incentivos a competir fuertemente entre ellas, la competencia, de existir, dependería de los potenciales entrantes al mercado. No obstante, la posibilidad de que potenciales entrantes participasen en la subasta era pequeña, pues las otras empresas presentes en el mercado español son muy pequeñas con respecto a las empresas establecidas, por ejemplo, Yoigo, posee solo el 4% de la cuota de mercado, y además, el diseño abierto de la subasta inglesa no favorecía la entrada como ya hemos discutido con anterioridad. Por último, si las empresas establecidas pujaban por el máximo espectro que podían conseguir (20 MHz), no quedaría espectro para ningún entrante. Dadas estas condiciones, no hubo ningún entrante, como era previsible. Vodafone (10 MHz en la banda de 800) y Telefónica (5 MHz en la

banda de 900 y 10 MHz en la banda de 800) alcanzaron el límite de 20 MHz cada una, y Orange obtuvo 10 MHz en la banda de 800 y renunció a pujar por el último bloque en la banda de 900MHz, obteniendo 15 MHz. La Administración española decidió entonces hacer una segunda subasta sin la limitación del 20MHz (el *spectrum cap*), y adjudicó esta licencia a Telefónica por el precio de reserva.

En resumen, este caso nos muestra que en el diseño de la subasta es muy importante considerar la competencia que se va a generar. En el caso español se tenía que haber optado por una subasta que favoreciera a los entrantes, como una subasta de sobre cerrado, y debería haberse realizado una búsqueda activa de candidatos para participar en la subasta, o bien reducir la cantidad de espectro ofrecida para generar competencia entre las empresas establecidas. Se ofertó más espectro que en Alemania, cuando parte de este espectro se podría haber subastado con posterioridad, cuando las condiciones del mercado hubieran garantizado la presencia de nuevos participantes.

## CONCLUSIONES

Las subastas se han convertido en el mecanismo dominante para asignar el espectro radioeléctrico porque permiten asignar las licencias de forma eficiente y transparente, y a un precio que refleja el valor real del espectro para el mercado. No obstante, el diseño óptimo de las subastas es un problema complejo, y los errores en la fase de adjudicación pueden tener un gran impacto no solo en los ingresos de la Administración, sino en el desarrollo futuro del mercado. Por ello, sería deseable que los procesos de adjudicación futuros se diseñasen con la máxima transparencia y el asesoramiento de expertos en el área.

## NOTAS

- [1] Coase sin embargo fue uno de los primeros economistas en sugerir que se utilizasen subastas para asignar licencias. Ver Coase (1959).
- [2] Extender el problema de 1 a K bienes no es complicado siempre que los participantes puedan comprar o estén interesados en un solo bien. Cuando los participantes pueden comprar más de un bien, y existen complementariedades entre los bienes, el diseño de la subasta se complica notablemente, ver Klemperer (2004).
- [3] Un ejemplo de error claro en la fijación del precio de reserva, fue la adjudicación de las licencias 3G en Suiza. La Administración suiza confiaba en obtener un resultado similar a la subasta británica (642 euros per cápita) dado que había copiado su modelo de subasta, además había ex ante suficiente competencia, nueve participantes para cuatro licencias. Sin embargo, Suiza autorizó a los participantes a hacer pujas conjuntas y el número se redujo a cuatro participantes a una semana antes de la subasta. Esto eliminó completamente la competencia por lo que todas las empresas pujaron el precio de reserva. El problema es que el precio de reserva había sido fijado en una cantidad extremadamente baja (20 euros per cápita).
- [4] McMillan (1994) ilustra perfectamente la importancia de las asimetrías con la adjudicación de licencias de espectro en

Nueva Zelanda en 1990. Siguiendo el consejo de la consultora NERA, la Administración neozelandesa utilizó una subasta de segundo precio para las adjudicaciones. Muchas licencias se adjudicaron por un precio anómalamente bajo, por ejemplo, hubo una licencia donde el ganador pujó 7 millones de \$NZ, y pagó la segunda oferta de 5000 \$NZ. La subasta de segundo precio además de ser seguramente subóptima para el gobierno neozelandés dada la asimetría de los participantes, fue políticamente desastrosa.

[5] Esto es exactamente lo que sucedió en las subastas de 3G en el Reino Unido. El gobierno británico había planificado adjudicar cuatro licencias en un mercado que contaba con cuatro empresas establecidas. Klemperer, consultor del gobierno británico en la adjudicación de las licencias 3G, propuso utilizar una subasta híbrida denominada la inglesa-holandesa. La idea era la siguiente: comenzar con una subasta inglesa para evitar el problema de la maldición del ganador y ayudar a las empresas a estimar el valor de las licencias. Cuando solo restasen cinco empresas activas, una más que el número de licencias y empresas establecidas, cerrar la subasta inglesa y asignar las licencias de acuerdo con una subasta holandesa que como hemos argumentado anteriormente favorece a los participantes débiles y por ello, invita a la participación de nuevos entrantes. Sin embargo, el gobierno británico decidió aumentar el número de licencias a cinco, y el equipo de expertos entendió que ese era suficiente incentivo a la participación de nuevos entrantes, y realizó la adjudicación con una subasta inglesa. El resultado fue un éxito, la subasta atrajo a nuevos entrantes, y este aumento de competencia se tradujo en el mejor resultado en términos de ingreso de las subastas 3G (642 euros per cápita).

[6] En las subastas 3G en Europa, los riesgos de la colusión quedaron patentes, por ejemplo, en el caso Austríaco. La subasta austríaca copió el diseño de la subasta alemana que había sido, conjuntamente con la subasta del Reino Unido, la subasta más exitosa en Europa en términos de ingresos para el subastador. Este diseño tenía la particularidad de que los doce bloques de espectro podrían dar a lugar a cuatro o seis licencias. El número de licencias se determinaba endógenamente en la subasta en función de las pujas. Finalmente hubo seis participantes que tácitamente acordaron pujar por dos bloques cada uno solamente, en lugar de tres, dando lugar a seis licencias y pagando un pre-

cio muy cercano al precio de reserva (100 euros per cápita). La colusión fue algo más que tácita, dado que un alto dirigente de Telekom Austria, la mayor empresa establecida, declaraba públicamente que su empresa estaría satisfecha pujando solamente por dos bloques de espectro, si las otras empresas se comportaban de forma similar, y fuera posible obtener el espectro a un precio razonable.

- [7] Paul Klemperer resume esta idea de la siguiente manera, el diseño de la subasta «tiene que ser un traje a medida... porque el diablo está en los detalles».
- [8] Para una descripción de la regulación del espectro en España, ver Feijo, Gomez-Barroso y Mochon (2011).
- [9] Para una descripción más detallada del proceso de adjudicación y sus resultados ver Antonie y Colino (2011) y Hernando-Rábanos (2014).

## BIBLIOGRAFÍA †

ANTONIE, G. y COLINO, D. (2011): «Auctions: How to allocate spectrum rights efficiently», *Cuadernos Económicos del ICE*, nº 81, pp. 195-214.

COASE, R. (1959): «The Federal Communication Commission». *The Journal of Law and Economics*, nº 2, pp. 1-40.

FEIJO, C.; GÓMEZ-BARROSO, J.L y MOCHON, A. (2011): «Modificaciones en la gestión del espectro: opciones y situación actual». *Cuadernos Económicos del ICE*, nº 81, pp. 176-194.

HERNANDO-RABANOS, J.M. (2011): «Licitaciones del Espectro de Telefonía Móvil en España: Situación en 2011». *Cuadernos Red de Cátedras Telefónica*.

KLEMPERER, P. (2004): «*Auctions: Theory and Practice*». Princeton University Press, Princeton, NJ.

KRISHNA, V. (2010): «*Auction Theory*». Academic Press.

MASKIN, E.S. y RILEY, J.G. (2000): «Asymmetric auctions». *Review of Economic Studies*, nº 67: pp. 413-438.

McMILLAN, J. (1994): «Selling Spectrum Rights». *Journal of Economic Perspectives*, pp. 145-162.

MILGROM, P. (2004): «Putting auction theory to work». Cambridge University Press.

MYERSON, R. (1981): «Optimal Auction Design». *Mathematics of Operation Research*, nº 6, pp. 58-73.

VIKREY, W. (1961): «Counterpeculation, Auctions and Competitive Sealed Tenders». *Journal of Economic Perspectives*, pp. 145-162.

