



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Departamento de Análisis Económico y Economía Política
Doble Grado en Derecho y Economía

Trabajo Fin de Grado

**TEORÍA DE SUBASTAS: UNA VISIÓN GENERAL DE LA TEORÍA Y SU
APLICACIÓN A LAS SUBASTAS DE DERECHOS DE EMISIÓN DE CO₂**

Autor: Cerrato García, Rafael

Tutora: Román Collado, Rocío Francisca

Firmado por:

TEORÍA DE SUBASTAS: UNA VISIÓN GENERAL DE LA TEORÍA Y SU APLICACIÓN A LAS SUBASTAS DE DERECHOS DE EMISIÓN DE CO2

RESUMEN

En este trabajo analizaremos en profundidad una de las ramas de aplicación de la Teoría de Juegos: la Teoría de Subastas. Para ello, tras una breve explicación del concepto de Teoría de Juegos y los distintos tipos de juegos, se procederá al análisis de la Teoría de subastas, donde se hará un repaso histórico de este mecanismo de asignación, para pasar a continuación a explicar los tipos de subasta más extendidos, así como las mejores estrategias para los participantes en las mismas en cada uno de estos tipos.

Finalmente, todo lo analizado anteriormente se podrá ver de forma aplicada en un supuesto práctico real, que consistirá en el mecanismo de subastas de emisiones de CO2 en España, donde analizamos el tipo de subasta utilizado, las pujas de los participantes y las consecuencias de la asignación.

Palabras clave: subasta, puja, Teoría de Juegos.

AUCTION THEORY: AN OVERVIEW OF THE THEORY AND ITS APPLICATION TO CO2 ALLOWANCE AUCTIONS

ABSTRACT

In this paper we will analyze in depth one of the application branches of Game Theory: Auction Theory. For this purpose, after a brief explanation of the concept of Game Theory and the different types of games, we will proceed to the analysis of the Auction Theory, where we will make a historical review of this allocation mechanism, and then go on to explain the most widespread types of auctions, as well as the best strategies for the participants in each of these types of auctions.

Finally, everything analyzed above will be applied in a real practical case, which will consist of the mechanism of CO2 emission auctions in Spain, where we will analyze the type of auction used, the bids of the participants and the consequences of the allocation.

Key words: auction, bid, Game Theory.

ÍNDICE

1. Introducción.....	5
2. Datos y metodología.....	6
3. Teoría de juegos.....	7
3.1 Qué es la teoría de juegos.....	7
3.2 Tipos de juegos:.....	7
a) Juegos simétricos y asimétricos.....	7
b) Juegos cooperativo y no cooperativos.....	8
c) Juegos simultáneos y secuenciales.....	8
d) Juegos de información perfecta o imperfecta.....	8
e) Juegos de suma 0 o suma distinta de 0.	8
3.3 Concepto de equilibrio de Nash y dilema del prisionero.	9
4. Teoría de las Subastas.....	10
4.1 Concepto de subasta e Introducción a la Teoría de Subastas.	10
4.2 Evolución histórica de las subastas.....	11
4.3 Tipos de subasta:.....	14
A) Subastas de un solo bien:.....	14
a) Inglesa.....	14
b) Holandesa.....	15
c) Subasta con sobre cerrado al primer precio.....	15
d) Subasta con sobre cerrado al segundo precio.....	15
B) Subastas de varios bienes:.....	16
a) Discriminatoria.....	16
b) De precio uniforme.....	16
c) Subasta de Vickrey	17
4.4 Modelo de referencia.....	19
A) Supuestos del modelo.....	19
B) Aplicación a los distintos tipos de subasta.....	21
C) Teorema del ingreso equivalente.....	25
4.5 Variaciones respecto al modelo de referencia:.....	26
A) Aversión al riesgo.....	26
B) Modelos con valoraciones comunes y modelo general.....	28
C) Asimetrías entre los compradores.....	30
D) Colusión.....	33
5. Caso práctico: Subastas derechos de emisión en España.....	34
5.1 Funcionamiento de subastas derechos de emisión.....	34
5.2 Ejemplo subastas derecho de emisión.	36
6. Conclusiones.....	38
7. Bibliografía	40

1. INTRODUCCIÓN

En el mundo globalizado actual, se dan de forma diaria infinidad de transacciones económicas entre distintos agentes económicos. Una parte de estas transacciones tiene lugar bajo la forma de subastas, cobrando este mecanismo gran importancia en el presente siglo tanto a nivel de utilización práctica (siendo un mecanismo de asignación utilizado en el mercado de la electricidad y de los derechos de emisión de CO₂, entre otros) como a nivel académico (el Premio Nobel de Economía del año 2020 fue asignado a Paul R. Milgrom y Robert B. Wilson por sus aportaciones a la Teoría de Subastas).

Aunque el origen de las subastas se remonta a la antigua Babilonia, no es hasta el nacimiento de la Teoría de Juegos (con los trabajos de Von Neumann, Oskar Morgenstern y John Nash) cuando nace la Teoría de Subastas como disciplina de estudio autónoma dentro de esta rama de las matemáticas.

El objetivo de este trabajo es poner en pie las líneas generales que componen esta teoría, detallando su origen, los tipos de subasta existentes (realizando un análisis pormenorizado de cada uno) y los supuestos a tener en cuenta para realizar el análisis teórico de los mismos, así como analizar un caso práctico de utilización de las subastas en la actualidad, para comprobar si dicho mecanismo de asignación de bienes resulta realmente eficiente en la práctica. Para ello, el trabajo se descompone en las siguientes partes:

-En la primera, se detalla la **metodología** utilizada para la elaboración del trabajo, así como las fuentes utilizadas para el desarrollo del mismo.

-En el siguiente apartado, se realiza una breve descripción de la **Teoría de Juegos**, así como un análisis de los distintos tipos de juegos existentes.

-En tercer lugar, se pasa a analizar la **Teoría de Subastas**, introduciendo un contexto histórico de las mismas, una clasificación de los tipos de subastas existentes, y un análisis del principal modelo de subastas utilizado en la actualidad, así como los efectos que provocarían variaciones en sus supuestos básicos de partida.

-A continuación, se tratará un **caso práctico**, consistente en el análisis de las subastas de los derechos de emisión de CO₂ en Europa en el periodo comprendido entre 2013 y 2019, donde se detallará el funcionamiento de la subasta utilizada y se estudiarán los resultados obtenidos por la misma.

-Finalmente, en las **conclusiones** se destacarán los aspectos más importantes tratados en el trabajo, así como los resultados obtenidos del análisis del caso práctico estudiado.

2. DATOS Y METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos de este trabajo, la metodología utilizada se divide en 2 partes:

-Una primera parte teórica, basada en una revisión de fuentes bibliográficas, a través de libros y artículos.

-Para la segunda sección del trabajo, consistente en un caso práctico sobre las subastas de CO₂, se utilizará la base de datos de SENDECO₂, empresa especializada en la compraventa de derechos de emisión, que cuenta con una base de datos con la evolución de los precios de estas emisiones abierta a la consulta del público.

La búsqueda de información bibliográfica se ha realizado a través de varios portales de búsqueda, siendo los más utilizados:

-Google Academic.

-Web of Science.

-Catálogo fama (catálogo de la biblioteca de la Universidad de Sevilla).

La bibliografía del trabajo se ha recopilado a lo largo de los meses de febrero y marzo de 2022, buscando información publicada a partir de 1950, década en la que comienzan a surgir los primeros artículos sobre la teoría de subastas. Para su búsqueda, se ha filtrado por **palabras clave**, siendo las más utilizadas las siguientes: subastas, teoría de juegos, puja, teoría de subastas, puja, derechos de emisión.

En cuanto a la segunda parte del trabajo, se han extraído datos del precio de las emisiones de CO₂ para el periodo comprendido entre los años 2013 y 2019, los cuales se han utilizado para compararlos con los aportados por un estudio de la SENDECO₂, empresa dedicada a la compraventa de derechos de CO₂ y al asesoramiento en dicha materia, en el cual se recogen los precios de asignación mediante subasta para los derechos de emisión en este mismo periodo.

3. TEORÍA DE JUEGOS

3.1 QUÉ ES LA TEORÍA DE JUEGOS

Podemos definir la Teoría de Juegos como “*una rama de las matemáticas y de la economía que estudia la elección de la conducta óptima de un individuo cuando los costes y beneficios de cada opción no están fijados de antemano, sino que dependen de las elecciones de otros individuos*” (Axelrod & Bou, 1986).

Esta teoría surge a raíz de una serie de artículos publicados por John Von Newman en 1928. En las décadas de los 40 y los 50 se daría un gran desarrollo de esta rama del conocimiento, a raíz de la publicación del libro “*Theory of Games and Economic Behavior*” publicado en 1944 por John Von Newman y Oskar Morgenstern, y el descubrimiento del “*equilibrio de Nash*” en 1950.

A partir de este momento, la Teoría de Juegos comenzó a aplicarse en diversas ramas de la Economía, llegando su influencia hasta otras ciencias como la Psicología, la Biología o las Ciencias Políticas.

3.2 TIPOS DE JUEGOS

Existen infinidad de juegos, y estos pueden dividirse en distintas categorías. Algunas de las más destacables son (Sánchez Cuenca, 2004):

a) Juegos simétricos y asimétricos.

Los juegos simétricos son aquellos donde las recompensas y castigos que recibe cada jugador por cada una de las opciones posibles, son iguales para todos los jugadores. En los juegos asimétricos, estas recompensas y castigos son diferentes para cada jugador.

Ejemplo juego simétrico: dilema del prisionero.

Ejemplo juego asimétrico: juego del ultimátum. En este juego, a un oferente se le entrega una cantidad de dinero que debe repartir con otro jugador, el respondedor. El oferente hace una oferta de reparto, y el respondedor debe aceptarla o no. En caso de no aceptar, ambos ganarían 0. Por tanto, en un caso en el que el oferente deba repartir 10€, en el momento que reparta 9-1, la estrategia óptima del respondedor sería aceptar, pues de rechazar ganaría 0€ en lugar de 1€.

b) Juegos cooperativos o no cooperativos.

En los juegos cooperativos, 2 o más jugadores se pueden aliar para alcanzar un objetivo, mediante contratos vinculantes, por lo que las estrategias a analizar pasarían a ser de grupo. En los juegos no cooperativos cada individuo actúa por su cuenta, no siendo posible la negociación ni imposición de un contrato al resto de jugadores.

c) Juegos simultáneos y secuenciales.

En los juegos simultáneos, las acciones de los jugadores tienen lugar a la vez. Sin embargo, en los secuenciales los jugadores actúan uno después de otro, por lo que pueden reaccionar a la estrategia elegida por el resto de jugadores.

Ejemplo juego simultáneo: dilema del prisionero.

Ejemplo juego secuencial: ajedrez.

d) Juegos de información perfecta o imperfecta.

En los juegos de información perfecta, todos los jugadores saben que movimientos han tenido lugar de forma previa por parte del resto de jugadores. Por tanto, solo los juegos secuenciales pueden ser juegos de información perfecta. En los juegos de información imperfecta se da la situación contraria, los jugadores desconocen los movimientos anteriores del resto de jugadores.

Ejemplo juego de información perfecta: ajedrez.

Ejemplo juego información imperfecta: dilema del prisionero

e) Juegos de suma 0 o de suma distinta de 0

En los juegos de suma 0, la cantidad que gana un jugador es la que pierde el otro, es decir, un jugador no puede mejorar su posición sin empeorar la del resto de jugadores. En cambio, en los juegos de suma distinta de 0, un jugador puede mejorar su posición sin empeorar la del resto.

Ejemplo juego de suma 0: ajedrez.

Ejemplo juego suma distinta de 0: dilema del prisionero.

Existe además un tipo de juego denominado juego bayesiano, en el cual la información sobre las características del resto de los jugadores no es completa (Ramírez Vigoya,

2011). En este tipo de juegos, al menos un jugador no conoce alguna de las características del juego. Esto implica que haya jugadores con información privilegiada a la que no tengan acceso el resto de jugadores. Este tipo de juegos puede darse en el caso de las subastas donde los valores del resto de los participantes son desconocidos.

3.3 CONCEPTO DE EQUILIBRIO DE NASH Y DILEMA DEL PRISIONERO

El equilibrio de Nash se puede definir como: “conjunto tal de estrategias (o actos) en las que cada jugador hace lo mejor para él, dado lo que hacen los adversarios (Pindyck & Rubinfeld, 2018)”.

Cuando se da un equilibrio de Nash, ninguno de los jugadores puede modificar su decisión sin empeorar, teniendo en cuenta las opciones que han elegido el resto de jugadores. Esto no implica que sea el mejor resultado posible para todos, pues es posible que si los jugadores cooperasen obtuviesen un resultado más óptimo.

No debe confundirse el concepto de equilibrio de Nash con el de estrategia dominante: “aquella que es óptima independientemente de lo que hagan el resto de jugadores (Pindyck & Rubinfeld, 2018)”.

A continuación, procedemos a explicar el que probablemente sea el ejemplo más conocido de la Teoría de Juegos: el dilema del prisionero (Axelrod & Bou, 1986).

En este juego, 2 personas sospechosas de haber cometido un crimen son arrestadas y colocadas en 2 celdas separadas entre sí. A ambos jugadores se les ofrece el mismo trato: en caso de confesar, solo cumplirán 1 año de condena, mientras que el otro jugador cumpliría 10 años. En caso de confesar ambos, los dos cumplirían 5 años de condena. En caso de no confesar ninguno, ambos cumplirían 2 años de condena.

Todas estas opciones pueden resumirse en la siguiente matriz de estrategias:

Tabla 1: Representación dilema del prisionero en forma normal.

		Jugador 2	
		Confiesa	No confiesa
Jugador 1	Confiesa	(5,5)	(1,10)
	No confiesa	(10,1)	(2,2)

Fuente: Elaboración propia a partir de Axelrod, R.M., & Bou, L. (1986). *La evolución de la cooperación: El dilema del prisionero y la teoría de juegos*. Madrid: Alianza Editorial.

En este juego el resultado ideal para ambos jugadores sería que no confesase ninguno, reduciendo así los años totales de condena. Sin embargo, la estrategia dominante del juego será confesar, pues tome la opción que tome el otro jugador, al confesar serás condenado a un menor número de años. El resultado en que ambos jugadores confiesan sería un equilibrio de Nash, y además una estrategia dominante.

Se puede observar que es un juego no cooperativo, de suma distinta de 0, simétrico, simultáneo y de información imperfecta. Asimismo, se da un equilibrio de Nash.

4. TEORÍA DE LAS SUBASTAS

4.1 DEFINICIÓN DE SUBASTA E INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE SUBASTAS

Podemos definir las subastas como “*Un procedimiento de venta donde los interesados compiten entre sí para adjudicarse el bien o servicio a ser subastado.* (Ausubel, 2003)”

La Teoría de Subastas sería entonces una rama de la Teoría de Juegos dedicada a estudiar este mecanismo de adjudicación de bienes. A pesar de que las primeras subastas se remontan a la civilización babilonia, esta Teoría no surge hasta mediados del siglo XX, cuando Milton Friedman publicó un trabajo en el que trataba las estrategias óptimas para efectuar las pujas en 1956. Pero fue realmente Vickrey quien analizó las subastas desde el enfoque de la Teoría de Juegos en su obra “*Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders*” en 1961. Es en la década de los 80 donde esta área de la Teoría de Juegos encuentra su auge, apareciendo múltiples aplicaciones y usos, además del “Modelo de referencia”, modelo con gran importancia para el desarrollo de esta teoría.

Algunas figuras destacadas en la actualidad por sus trabajos en esta rama de la Economía son Robert B. Wilson y Paul Milgrom, quienes fueron galardonados con el Nobel de Economía en 2020 por sus aportaciones a la mejora de la Teoría de Subastas.

Esta Teoría pretende analizar la actuación de los jugadores en las subastas, así como las propiedades de las mismas. Se pretende buscar la eficiencia a la hora de diseñar el mecanismo de la subasta, a la vez que se busca maximizar los ingresos del vendedor. La Teoría de Subastas nos facilita la comprensión de la formación de los precios, puesto que en las subastas se aprecia a la perfección el funcionamiento de la oferta y la demanda. Se observa como una elevada demanda de un bien lleva a precios altos en las pujas, y una

demanda escasa lleva a precios bajos, o incluso a la inexistencia de pujas en los casos más extremos.

Esta rama de la Teoría de Juegos trata también las normas que rigen el proceso de subasta, las cuales deben ser conocidas por todos los participantes de la subasta, para que estos puedan desarrollar sus estrategias óptimas en función del mecanismo de asignación que se aplique a cada caso.

4.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS SUBASTAS

Para el desarrollo de este apartado nos vamos a basar en la obra “*Auctions, Bidding, and Market: An Historical Sketch*” (Shubik, 1983) donde se realiza un análisis histórico de la evolución de las subastas.

Este autor establece que el método de subasta solo se da en sociedades relativamente avanzadas, las cuales deben cumplir 2 requisitos:

-Una concentración poblacional suficiente para que el número de vendedores y compradores sea elevado.

-Existencia de moneda, que permita tener una unidad de cuenta común para todos los participantes en la subasta, acelerando así el mecanismo.

Basándose en estos requisitos, el economista estadounidense señala que pocos ejemplos de ventas por subasta se pueden encontrar antes del siglo XVII de forma regular. Sin embargo, el origen de las mismas se remontaría a una época mucho más lejana.

Según Shubik, las primeras subastas de las que se tiene referencia en la historia, tuvieron lugar en la antigua Babilonia, donde se celebraban mercados de esposas. En estas subastas, las mujeres con edad para casarse eran expuestas en la plaza del pueblo, donde se las subastaba entre los hombres. Se comenzaba subastando a la mujer considerada más hermosa, la cual era asignada a la puja más alta recibida. Dado que la mujer que se subastaba en cada caso era distinta al resto, se podría decir que en este tipo de subasta los “bienes” no eran homogéneos.

Shubik expone en su obra el hecho de que eran los hombres con mayor riqueza quienes pujaban por las mujeres consideradas más hermosas, mientras que los hombres menos adinerados valorarían más la dote asociada a la mujer subastada que la belleza de la misma.

Este tipo de subasta podría equipararse con la subasta inglesa o ascendente.

La siguiente referencia histórica a la que se refiere el autor tendría lugar en el Imperio Romano. Estos utilizaban la subasta ascendente para vender los bienes que confiscaban en las conquistas, así como los esclavos. Es por esto que la palabra “subasta” procede del latín. Su origen radica en que en los lugares donde se celebraban las subastas de los botines de guerra, se clavaban unas lanzas para indicar que allí iba a tener lugar una subasta, debajo de las lanzas (sub=debajo, hasta=lanza). También supone el origen de la palabra inglesa “auction”, que proviene del término incrementar (“auctio”) refiriéndose al aumento de los precios que se daba a lo largo de la subasta.

En esta época tiene lugar una subasta altamente llamativa, que es aquella en la que se subastó el Imperio Romano por la guardia pretoriana en el año 193 d.C. El ganador de dicha subasta (Didius Juliannus) fue nombrado emperador, puesto que solo ocupó durante 2 meses, momento en que se le despojó de su título y se le ejecutó.

Desde la caída del Imperio Romano, hasta el siglo XVII, la utilización de las subastas como mecanismo de asignación de bienes decaería enormemente. Shubik relata que este mecanismo no encontraba aceptación en oriente, donde había mayor tradición de negociar, mientras que en occidente en la Edad Media se utilizaba más el trueque que el intercambio a través del dinero. Dado que esta época se caracterizó por poca concentración de la población y escasa utilización de la moneda en los intercambios, el método de las subastas no fue muy utilizado.

Es ya en el siglo XVII cuando las subastas recuperan importancia, comenzándose a utilizar nuevos métodos de subasta y subastándose bienes más diversos. Surge en este periodo la subasta holandesa para la adjudicación de tulipanes, y aparecen subastas con límite de tiempo para la presentación de las pujas (una de las formas para establecer el tiempo disponible era encender una vela y esperar a que esta se consumiese). Con estas nuevas variaciones del método de las subastas, aparecen nuevas estrategias, pues cambia el momento óptimo de presentación de la puja.

En esta época se desarrolla la profesión de subastador, surgiendo en Inglaterra en 1799 una asociación de subastadores (“Select Society of Auctioneers”) dedicada a la formación de los mismos.

Experimentan un gran desarrollo igualmente las casas de subastas en Inglaterra, tendiendo a especializarse en determinados bienes (como podían ser las subastas de caballos).

No se desarrollan de igual forma las subastas en todos los países. En Francia estas serán similares a las de Inglaterra, pero sufrirían una mayor intervención, encontrándose limitaciones en cuanto a los lugares donde estas podían llevarse a cabo. Shubik relata que en Francia los precios variaban en base a la hora a la que tenía lugar la subasta. Había participantes que para obtener beneficio compraban a la hora a la que abrían las casas de subastas, y vendían el mismo bien 2 horas más tarde, cuando estas estaban más concurridas.

Los franceses establecen innovaciones en las subastas de bienes inmuebles en cuanto al tiempo límite para la realización de las pujas, fijando el límite de tiempo en 3 velas que se encendían de forma sucesiva tras la puja más alta presentada. Tras la presentación de una nueva puja, se encendían 2 velas más a modo de prórroga. Sistemas similares se utilizaban en Escocia, prescindiendo del mecanismo de la prórroga. Estos límites de tiempo pueden observarse en las subastas de Internet en la actualidad. En eBay el límite de tiempo es fijo, mientras que en Amazon el límite permitía prórroga de 10 minutos.

Ya en el siglo XX la importancia que adquieren las subastas pasa a ser muy significativa, extendiéndose su utilización a nuevos bienes y servicios (Durá Juez, 2003), así como a un mayor número de participantes (tanto vendedores como compradores).

Cassady, en su obra “*Subastas y subasta*” (1967) ofrece datos cuantitativos del volumen de transacciones y participantes en subastas, hablando de cifras de 20.000-35.000 subastadores, ventas de 1.900 casas por subastas por un valor total de 3.400 millones de dólares, solo en EEUU.

Es en esta época cuando surgen en EEUU las subastas de sobre cerrado, pensadas para bienes de mayor valor.

El Estado pasa a actuar como un agente más en cuanto a la participación en subastas, tanto como comprador, como vendedor. En la actualidad, los Estados utilizan las subastas para la venta de títulos de deuda pública, derecho de emisión de CO2, subastas en la adjudicación de espacio radioeléctrico, etc...

Esta implicación del Estado en el uso de las subastas, sirvió para impulsar el desarrollo de la Teoría de las Subastas, y el desarrollo de nuevos modelos de subastas, llegando hasta la utilización que se les da a día de hoy.

4.3 TIPOS DE SUBASTAS

Vickrey en su obra “*Counterspeculation, auctions, and competitive sealed tenders*” en 1961, establece una clasificación de las subastas en 4 tipos principales, para el caso de las subastas de un solo bien (Durá Juez, 2003).

A) SUBASTAS DE UN SOLO BIEN

a) Inglesa

Se trata del tipo de subasta que tiene mayor uso. Se caracteriza porque el precio va aumentando de forma gradual a través de las pujas de los participantes, hasta el momento en el que queda un único participante dispuesto a pujar por el bien en cuestión, el cuál sería el ganador de la subasta, la cual se le adjudicaría por el último precio ofrecido (que sería el mayor de todos). Esta es la subasta clásica que aparece en las películas y que a todos se nos viene a la mente a la hora de hablar de este mecanismo de adjudicación de bienes.

Los precios pueden ir incrementándose a través de diferentes sistemas. El más extendido es aquel donde los participantes “cantan” sus pujas. Mientras que los potenciales compradores superen la puja más alta en vigor hasta ese momento, podrán realizar cuantas pujas consideren.

En este tipo de subastas, el precio está elevándose de forma continua, de forma que aquellos participantes cuya valoración del bien subastado es inferior al precio que se ofrece por él, se van retirando de forma progresiva, renunciando a la opción de reincorporarse a la subasta posteriormente. Este proceso proseguiría hasta el momento que solo quede un participante en activo, al que se le adjudicaría el precio que provocó la retirada del último competidor.

Otro método para llevar a cabo esta subasta consiste en ir aumentando el precio cada X tiempo, poniendo a disposición de los participantes un botón que les permita retirarse cuando el precio supere lo que están dispuestos a pagar por el bien.

En la subasta inglesa, los participantes son siempre conocedores del precio último que se ha ofrecido por el bien.

b) Holandesa

También conocida como subasta descendente. En este caso el mecanismo de subasta sería el contrario al anteriormente expuesto en la subasta inglesa. El vendedor comenzaría fijando un precio alto, el cual iría disminuyendo de forma progresiva, hasta el momento en que alguno de los compradores aceptase el precio que se ofrecía.

De igual forma que en la subasta inglesa, los participantes debían tener claro cuál era el precio máximo que están dispuestos a ofrecer por el bien, para ofrecer una puja en el momento que la subasta alcanzaba esa cifra.

El nombre de subasta holandesa se debe a que era el mecanismo que se utilizaba para la venta de flores en Holanda.

c) Subasta con sobre cerrado al primer precio

En este tipo de subasta los participantes entregan sus pujas en un sobre cerrado y se le adjudica el bien a aquel participante que ofreciese un precio superior.

Aunque pueda parecer similar a la subasta inglesa o ascendente, se diferencia de esta en 2 características: a la hora de presentar las pujas, los participantes no saben cuánto están pujando el resto de potenciales compradores, y cada participante puede presentar una única puja (a diferencia de la subasta inglesa, donde se podía pujar de forma ilimitada).

Este tipo de subasta es similar a la subasta holandesa, en el sentido de que la estrategia será ofrecer el máximo valor que los potenciales compradores están dispuestos a pagar para adquirir el bien subastado.

d) Subasta con sobre cerrado al segundo precio

El funcionamiento de este tipo de subasta es exactamente igual al anterior, siendo la única diferencia el mecanismo de determinación del precio. Mientras que en la subasta con sobre cerrado al primer precio el ganador era aquel que ofrecía la puja más elevada y pagaba ese precio, en esta variante el ganador sigue siendo aquel que ofrezca la mayor cantidad de dinero por el bien, con la singularidad de que el precio que se paga es el segundo más alto de los ofrecidos.

En este caso, el precio no dependerá de la puja que haya realizado el ganador, de forma que este al preparar su oferta, sabe que esta no influirá en el precio que pagará finalmente.

Sobre estas 4 formas de subastas se pueden aplicar variaciones. Un ejemplo puede ser poner un tiempo límite para presentar las pujas en las subastas inglesa y holandesa, establecer un incremento mínimo entre una puja y otra en la subasta inglesa, establecer un precio mínimo, etc...

B) SUBASTAS DE VARIOS BIENES

Las subastas también pueden ser de múltiples bienes, pudiendo ser fracciones de un mismo bien (caso de acciones de una empresa) o bienes independientes entre sí (que podrán ser homogéneos o heterogéneos entre sí).

Podemos clasificar las subastas de varios bienes en 3 tipos (Ausubel, 2003):

a) Discriminatoria

Supongamos que se subastan N unidades de un determinado bien. La subasta discriminatoria consistiría en que se presentan las pujas por cada uno de los bienes en sobres cerrados. El participante con la puja más alta obtendrá los bienes por los que pujó al precio ofrecido.

Este tipo de subasta es el equivalente a la subasta de sobre cerrado al primer precio.

b) De precio uniforme

Este tipo de subastas comenzaría funcionando de igual forma que las subastas discriminatorias: los participantes realizan sus pujas en sobres cerrados, adjudicándose estos a las pujas más altas. La diferencia con las subastas discriminatorias residiría en el precio que se pagaría finalmente por los compradores: este no sería el precio por el que pujaron, sino el precio de equilibrio de las pujas realizadas (la oferta más alta de entre las rechazadas). De esta forma, no importa el precio ofrecido por los participantes, sino el precio de equilibrio del mercado.

Este tipo de subastas se asemejaría a las subastas con sobre cerrado al segundo precio.

Este método se crea por la existencia de diferencias de información entre los compradores. Esto sería problemático de cara a la eficiencia de la subasta como mecanismo de asignación de bienes, ya que los participantes que tuviesen menos información tenderían a pagar más por los mismos bienes que aquellos que estuviesen bien informados. Esto provocaría que los menos informados actuaran de forma más

conservadora a la hora de realizar las pujas, lo que dificultaría alcanzar el valor auténtico de los bienes subastados.

Para solucionar este problema, surge la subasta de precio uniforme, donde todos pagarían el precio de equilibrio, haciendo que el estar menos informado no resultase un riesgo a la hora de acudir a la subasta y ser agresivo en las pujas.

c) De Vickrey

El comienzo del proceso de este tipo de subastas vuelve a ser igual que las dos anteriores, presentando los participantes sus pujas en un sobre cerrado. La diferencia volvería a encontrarse a la hora de fijar el precio de adquisición del bien: en este mecanismo de subasta, el participante pagará por los bienes que se le adjudiquen el coste de oportunidad de cada unidad de bien que se le haya adjudicado.

4.3.1 Ejemplo numérico según subastas.

A continuación, realizaremos un ejemplo con cifras ficticias para ver de forma más práctica como funcionarían estos tipos de subasta en un caso práctico.

Supongamos que se subastan 7 unidades de un determinado bien entre 2 participantes, siendo las pujas ofrecidas por cada uno de los participantes las siguientes:

Tabla 2: Ejemplo práctico subastas con múltiples bienes.

Participante	Puja	Precio adjudicación en subasta discriminatoria	Precio adjudicación en subasta de precio uniforme	Precio adjudicación en subasta de Vickrey
Participante 1				
Unidad 1	70	70	48	45
Unidad 2	63	63	48	42
Unidad 3	57	57	48	36
Unidad 4	52	52	48	33
Unidad 5	48			
Unidad 6	41			
Unidad 7	37			
Participante 2				
Unidad 1	65	65	48	48
Unidad 2	59	59	48	41
Unidad 3	53	53	48	37
Unidad 4	45			
Unidad 5	42			
Unidad 6	36			
Unidad 7	33			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla podemos observar como la asignación de los bienes se realizaría siempre de la misma forma para los 3 tipos de subasta estudiados, difiriendo únicamente en el precio de adjudicación de los mismos.

En el caso de la subasta discriminatoria, ordenando las pujas de mayor a menor valoración (70,65, 63, 59, 57, 53, 52) obtenemos los precios que pagaran los participantes.

En la subasta de precio uniforme, todos pagan el precio de la oferta más alta de entre las rechazadas (48 en nuestro ejemplo).

Finalmente, en la subasta de Vickrey, el coste de oportunidad es el que fija el precio, es decir, la puja más alta de entre las rechazadas del otro participante.

4.4 MODELO DE REFERENCIA

El modelo de referencia es el modelo más extendido dentro de la Teoría de Subastas, estando los resultados más importantes logrados en este campo basados en él (Durá Juez, 2003). Gran parte de la investigación en Teoría de Subastas se basa en la alteración de alguno de los supuestos que establece este modelo.

Para este modelo, las valoraciones de los bienes para los distintos participantes en la subasta no son de dominio público. Por tanto, el modelo trataría a las subastas como juegos de información incompleta, también conocidos como juegos bayesianos. Cuando los participantes realicen sus pujas, tendrán que hacerlo desconociendo la valoración que sus oponentes tienen del bien, haciendo previsiones sobre su posible comportamiento sin ningún tipo de información. Esto hace que sea prácticamente imposible de modelizar los cálculos de los jugadores.

Para hacer frente a este problema, John Harsanyi propone en su obra "*Juegos con información incompleta interpretada por jugadores Bayesianos. Parte I, El Modelo Básico*" (1967) que en los juegos estáticos en los que haya información incompleta se suponga que existe una etapa inicial donde es el azar quien determina el tipo de jugadores que hay.

El equilibrio en este tipo de juegos vendría dado por el Equilibrio Bayesiano de Nash. Aplicando este concepto a los juegos bayesianos, se denominaría estrategia a la acción existente para cada posible tipo de jugador posible. En el caso de las subastas, los tipos de jugadores vendrían determinados por las valoraciones que estos tuviesen del bien. Esto provocaría que la estrategia no fuese una sola puja (b_i), sino que esta vendría determinada por una función en la que la puja dependería de la valoración que hacen los potenciales compradores del bien ($b_i = B_i(v_i)$). Una vez conocemos la valoración, podríamos obtener la puja que realizaría el participante.

A) SUPUESTOS DEL MODELO

Este modelo parte de 4 supuestos básicos, que son los siguientes:

a) Valoraciones independientes privadas

Este supuesto implica, por un lado, que cada comprador tiene conocimiento con exactitud de la valoración que le otorga al bien subastado. De esta condición se deduce que toda la información relevante del bien, susceptible de afectar a la valoración que realicen los potenciales compradores del mismo, es conocida. En caso de que existiese información relevante desconocida, la valoración del bien por parte de los potenciales compradores no podría realizarse de forma correcta.

Por otro lado, las variables aleatorias que marcarían las valoraciones del resto de participantes serían independientes, sin que existiese ninguna correlación entre ellas. Así, si un comprador valorase altamente el bien “i”, esto no tendría influencia ninguna en la valoración que otro participante realizase del mismo bien “i”.

b) Compradores simétricos

Cuando se habla aquí de simetría, nos referimos a que las valoraciones que tienen los participantes del bien subastado provienen de una misma distribución de probabilidad, lo que implica que “ex ante” los participantes serían iguales, o lo que es lo mismo, que antes de que tenga lugar la subasta, el vendedor no percibirá diferencia entre los participantes en la subasta.

c) Compradores neutrales al riesgo

Las funciones de utilidad del dinero de los participantes son lineales según este supuesto. En consecuencia, si estos maximizan su utilidad esperada, estarían maximizando sus ganancias monetarias esperadas.

d) Los pagos son una función únicamente de las pujas

Este supuesto asume que, cuando el vendedor diseñe la subasta, los posibles pagos que realicen los participantes solo pueden depender de las pujas presentadas. No se contempla la posibilidad de que los pagos puedan establecerse a partir de variables que, tras celebrarse la subasta, aporten indicios sobre el valor del bien subastado para los participantes (un ejemplo de esto si hablamos de subasta de derechos de extracción de petróleo, sería conocer el nivel de petróleo extraído).

Otros supuestos secundarios del Modelo de Referencia serían los siguientes:

-Nulos costes de preparación de las pujas por los potenciales compradores o del análisis de las ofertas por el vendedor.

-Inexistencia de acuerdos o comportamientos colusivos entre los potenciales compradores.

-Las actitudes hacia el riesgo y las distribuciones de probabilidad que presentan las valoraciones de los participantes son conocidas por todos.

B) APLICACIÓN A LOS DISTINTOS TIPOS DE SUBASTA

En función del tipo de subasta, la estrategia de equilibrio variará. Estas forman un Equilibrio Bayesiano de Nash. Estudiemos estas estrategias para los distintos tipos de subasta:

a) *Subasta inglesa o ascendente*

La estrategia dominante para este tipo de subasta consiste en continuar pujando hasta que el precio de la puja iguale el de la valoración del potencial comprador. Este sería el momento de la retirada. Esta es la estrategia más óptima para cualquier participante, independientemente de cual sea su valoración del bien, o la valoración del resto de participantes.

En caso de que todos los potenciales compradores pusiesen en práctica esta estrategia, podríamos decir que el resultado sería eficiente, entendiendo como tal que resultará ganador el participante que otorgue una mayor valoración al bien subastado. El precio a pagar por el ganador sería la segunda valoración más alta de entre todos los potenciales compradores (es decir, el precio de retirada del penúltimo jugador que seguía pujando).

El vendedor, por tanto, no lograría obtener todo el excedente del consumidor, obteniendo así el ganador de la subasta unas ganancias netas que se derivarían de la diferencia existente entre la valoración que este realizaba del bien, y la valoración del penúltimo jugador que seguía pujando ($v_1 - v_2$, siendo v_1 la valoración del ganador de la subasta y v_2 la valoración del último jugador en retirarse).

b) Subasta con sobre cerrado al segundo precio

La estrategia dominante en este tipo de subasta volvería a consistir en presentar una puja por el valor que otorga cada participante al bien. En esta variante de subasta, la puja que presente el participante solo determinará si gana o no (además de establecer el precio máximo que pagaría en caso de ganar). Por tanto, la opción que incrementa las ganancias del potencial comprador será siempre presentar una puja igual a su valoración del bien subastado.

En caso de presentarse una puja por valor inferior a la valoración del potencial comprador, las posibilidades de ganar la puja se reducirían, y aunque lograse obtener el bien, el precio que finalmente pagaría por el mismo no se vería reducido, pues no depende de su puja. Es decir, las opciones son que empeore su situación o se quede igual, pero en ningún caso mejoraría su situación pujando por un valor inferior al que otorga al bien.

En la situación contraria (puja por un precio mayor al de su valoración) se incrementan las posibilidades de ganar la subasta, pero dejaría abierta la puerta a la posibilidad de que la segunda puja más alta fuera superior a su valoración del bien. En esta situación, el hecho de ganar la subasta no le reportaría un beneficio, pues estaría pagando por el bien un precio superior al que considera adecuado. Si se da la situación de ganar la subasta y que el segundo precio más alto esté por debajo de su valoración, entonces se encontraría de nuevo en la misma situación que si hubiese pujado por su valoración del bien, solo que habiendo corrido un riesgo mayor. En definitiva, aumentando su puja las opciones vuelven a ser que empeore o iguale su situación, lo que demuestra que la estrategia óptima es pujar por la valoración que se tiene del bien.

Por tanto, la única estrategia dominante para este tipo de subasta es presentar una puja igual a la valoración que se realiza del bien (independientemente de cuál sea esta). Esto puede expresarse diciendo que la combinación de estrategias $b_i = B_i(v_i) = v_i$, $\forall v_i$ donde $i=1,2,\dots,N$, siendo N la cifra de participantes, constituiría un Equilibrio Bayesiano de Nash.

Una vez visto esto, es fácil concluir que, de cumplirse los supuestos del Modelo de Referencia, tanto la subasta inglesa, como la subasta con sobre cerrado al segundo precio ofrecen idénticos resultados: el ganador sería aquel participante que valore más el bien subastado (lo que implica que sería una asignación eficiente desde el punto de vista económico) y el precio en ambas vendría determinado por la segunda valoración más alta.

Asimismo, al existir estrategias dominantes para ambos casos, la elección de estas estrategias será óptima para los participantes incluso en el caso de que la probabilidad de que los demás participantes se desviasen de sus estrategias de equilibrio fuese positiva.

Este tipo de pujas presenta la ventaja de que su preparación es muy simple, ya que los participantes solo deben preocuparse de asignarle un valor al bien, siéndoles indiferente la valoración que hagan del mismo el resto de potenciales compradores a la hora de realizar el cálculo de su puja óptima.

En conclusión, aplicando los supuestos del Modelo de Referencia, las subastas con sobre cerrado al segundo precio daría como resultado los mismos ingresos que la subasta inglesa a priori. A pesar de esto, es un tipo de subasta que se ha utilizado muy poco, a diferencia de la inglesa. Ello es objeto de análisis en la obra “*Why Are Vickrey Auctions Rare?*” (Rothkopf, 1990). En la misma, se contemplan 2 posibles explicaciones para este suceso:

-La primera de ellas es la sensibilidad que tendría el comportamiento de los participantes en la subasta ante la posibilidad de que el vendedor intentase elevar el precio por encima de la segunda valoración más alta. Podría ser relativamente sencillo para el vendedor realizar una puja ficticia que superase a la que sería la segunda más alta, de forma que se situase lo más cercana posible a la puja ganadora, reduciendo lo máximo posible el excedente. La amenaza de que se lleven a cabo esas prácticas, podría provocar que los participantes realizasen pujas inferiores a sus propias valoraciones de forma estratégica. De suceder esto, si el vendedor se comportase de forma honesta, los ingresos que se esperarían de esta subasta serían inferiores a los que se podrían esperar de la subasta inglesa.

-La otra opción tendría su base en las posibles reticencias de los participantes a revelar sus verdaderas valoraciones del bien. Esta situación podría darse cuando los que pujasen fuesen empresas, pues si pujasen por el verdadero valor que le otorgan al bien, podrían estar revelando información sobre sus costes de producción, información que resultaría muy sensible para las empresas. Esto podría suponer una ventaja para terceros con los que la empresa pretenda negociar en el futuro, quienes tendrían ventaja en las negociaciones por la información obtenida.

Por tanto, los participantes tenderían a proteger su información sensible, pujando por debajo de su valoración, y reduciendo los ingresos que proporciona este tipo de subasta.

c) *Subasta holandesa*

Estratégicamente hablando, en este tipo de subasta la situación es idéntica a la que se da en las subastas con sobre cerrado al primer precio. El comprador debe realizar su puja sin conocer las decisiones del resto de compradores, pagando un precio equivalente a su puja en caso de ganar. Esto implica que la información para realizar su puja sería exactamente igual en ambos casos, lo que a priori significaría que la decisión en ambos tipos de subasta sería la misma.

A lo anterior hay que añadir, que las actitudes de los participantes ante el riesgo no afectarán al resultado.

d) *Subasta con sobre cerrado al primer precio*

En este tipo de subastas se le presenta un dilema al potencial comprador: aquellas pujas más altas aumentan las posibilidades de ganar la subasta, pero reducen el excedente en caso de ganar la subasta.

En este tipo de subasta no hay estrategias dominantes. Esto implica que cada participante deberá realizar cálculos conjeturales sobre el posible comportamiento del resto de los participantes. McAfee y McMillan tratan este problema de optimización en su obra “*Auctions and Bidding*” en 1987. En ella, demuestran que la solución consistiría en que los participantes presentasen una puja igual a la estimación que realizasen sobre la valoración más alta de entre el resto de participantes, siempre que la suya fuese más elevada.

En el caso de que todos los participantes adoptasen esta estrategia, el ganador sería aquel que otorgase una mayor valoración al bien, siendo el precio del mismo la puja que esté presente.

La función de la puja de equilibrio según estos autores sería (McAfee & McMillan, 1987):

$$b_i = B(v_i) = v_i - \frac{\int_{v_{min}}^{v_i} [F(v_i)]^{N-1} dv_i}{F(v_i)^{N-1}}$$

Donde “bi” es la puja que realiza el comprador “i” y “vi” la valoración que realiza del bien. F(.) sería la distribución de las valoraciones y finalmente, N representaría el número de participantes.

Se pueden extraer varias características de esta función:

-El valor de las pujas nunca va a alcanzar la cantidad máxima que un participante estaría dispuesto a pagar por el bien (el vendedor es consciente de que, en una situación de equilibrio, el ganador de la subasta pagaría menos del precio máximo que estaría dispuesto a pagar).

-La función $B(.)$ es creciente en función del número de compradores, esto es, el aumento de compradores produce que las pujas presentadas sean más agresivas.

-Cuanto mayor sea el número de compradores, más se acercarán las pujas al precio máximo que están dispuestos a pagar los potenciales compradores, tendiendo el excedente a 0 (supuesto coherente con la competencia perfecta).

C) TEOREMA DEL INGRESO EQUIVALENTE

Tras observar las funciones de equilibrio existentes para cada uno de los tipos básicos de subasta, se observa que los beneficios que espera obtener el vendedor para cada tipo de subasta no varían.

En la subasta inglesa y con sobre cerrado al segundo precio, el precio que paga el ganador era el de la segunda valoración más alta de las pujas presentadas. En los otros dos tipos de subasta (holandesa y con sobre cerrado al primer precio) las pujas que realizan los compradores son coincidentes con la estimación que estos realizan de cuál debe ser la segunda valoración más alta, dando por hecho que la suya iba a ser superior. Por tanto, desde el punto de vista de los precios esperados, al vendedor le es indiferente optar por cualquiera de los tipos de subasta estudiados en este trabajo.

Esta afirmación se generaliza más tarde (Riley & Samuelson, 1981), conformando el “Teorema del Ingreso Equivalente”. Este Teorema nos dice que, de cumplirse los supuestos del Modelo de Referencia, los ingresos que el vendedor espera serán iguales cuando se cumplan los siguientes requisitos:

-Que el objeto se asigne al participante que otorgue una valoración más alta del bien.

-Que para aquellos compradores que valorasen el bien en el nivel más bajo posible, la utilidad esperada sería igual a 0.

Este Teorema es uno de los más importantes resultados derivados de la Teoría de Subastas.

4.5 VARIACIONES RESPECTO AL MODELO DE REFERENCIA

Tras analizar el Modelo de Referencia y el Teorema del Ingreso Equivalente, se podría llegar a la conclusión de que desde el punto de vista del vendedor sería innecesario analizar los distintos tipos de subasta antes de elegir uno, pues todos arrojan idénticos resultados. Si bien esto sería cierto mientras se cumplan los supuestos del Modelo de Referencia, en el momento que variamos alguno de estos supuestos vemos como el Teorema del Ingreso Equivalente deja de cumplirse.

La consecuencia de lo anterior, sería que, según el contexto, un tipo de subasta podría ser más ventajoso que otro. Además, al alterar los supuestos del modelo de referencia, las estrategias óptimas para las subastas variarían (Durá Juez, 2003).

A continuación, veremos que sucede si modificamos algunos de los supuestos del Modelo de Referencia:

A) AVERSIÓN AL RIESGO

Si introducimos el supuesto de que los participantes en la subasta muestran aversión al riesgo, esto no afecta a la subasta inglesa ni a la subasta con sobre cerrado al segundo precio en cuanto a sus estrategias de equilibrio. En estos 2 tipos de subasta no se verían modificados los ingresos esperados.

Esta situación cambia para el supuesto de la subasta con sobre cerrado al primer precio. En este tipo de subasta, los participantes al realizar sus cálculos se enfrentaban al problema que suponía encontrar un equilibrio entre el hecho de que a mayor puja mayores posibilidades de ganar, pero a la vez menor excedente en caso de victoria. Para ello, planteaban la puja como un problema de maximización de la utilidad esperada.

Al introducir la aversión al riesgo en los potenciales compradores, lo único que cambia es la diferente forma que presentarían las funciones de utilidad, cuya forma pasaría de ser lineal a cóncava. De esta forma, la puja óptima se ve alterada, siendo superior a la obtenida en el caso de que los participantes fuesen neutrales al riesgo.

Esto se explica porque los participantes que presentan aversión al riesgo tratarán de alejarse lo máximo posible del riesgo de no ganar. Por ello, ponderarán más el hecho de ganar la subasta que el excedente que puedan obtener de la misma. Esta aversión al riesgo de los compradores resultaría favorable al vendedor, pues al ser las pujas más altas, los ingresos serían superiores.

El razonamiento para la subasta holandesa sería el mismo que para la subasta a sobre cerrado al primer precio.

En la obra “*Risk Aversion and the Efficiency of First and Second Price Auctions*” (Matthews, 1979) el autor realiza un análisis para determinar el modelo de subasta óptimo cuando se presenta aversión al riesgo por parte de los participantes. La conclusión de Matthews fue que ninguno de los 4 tipos de subastas estudiados en este trabajo reunía los requisitos para ser considerada como óptima. A pesar de que la subasta inglesa aumenta los ingresos, no alcanza a maximizarlos.

La subasta óptima en presencia de aversión al riesgo por parte de los potenciales compradores requiere de un mecanismo complejo, que implica un sistema de pagos y subsidios entre los participantes. Esto quiere decir, que aquellas personas que participen en la subasta, tendrían que realizar pagos, incluso aunque no ganasen dicha subasta. La cantidad de estos pagos, no sería necesario que coincidiese con la puja que presentase cada participante. A la hora de diseñar esta subasta, debe buscarse el equilibrio entre 2 principios conflictivos entre sí (Matthews, 1979):

1º) Por una parte, podría pensarse que la aversión al riesgo presentada por los participantes es beneficiosa para el vendedor, ya que aumentarían sus ingresos esperados al aumentar el riesgo percibido por los compradores. Este riesgo podría incrementarse mediante la introducción de pagos (tanto positivos como negativos) aleatorios.

2º) No obstante, en una distribución del riesgo que sea eficiente, la parte neutral al riesgo debe proveer de un seguro a la parte que presenta adversidad al riesgo. Esto quiere decir que el riesgo deberá recaer sobre aquellos agentes que se muestren neutrales al riesgo, el vendedor en este caso. De este principio cabría deducir que la subasta planteada por el vendedor deberá asegurar a los participantes, de manera que a estos les resulte indiferente ganar o perder la misma.

En la obra “*Optimal auctions with Risk Averse Buyers*” (Maskin y Riley, 1984), se establece que estos 2 principios se oponen entre sí y por ello la subasta óptima no incluirá ninguno de ellos. La subasta óptima se caracterizará por no incluir pagos aleatorios ni seguro completo ofrecido por el vendedor a los participantes. En esta subasta, los pagos de los potenciales compradores vendrán determinados por las pujas presentadas, mientras que los compradores continuarán expuestos al riesgo de no ganar la subasta.

Según el trabajo de estos autores, el vendedor deberá cubrir el riesgo de los compradores que presenten valoraciones altas que no resulten ganadores de la subasta y penalizar a los participantes cuyas valoraciones del bien sean bajas. De esta forma, quienes presenten pujas excesivamente bajas, serían obligados a realizar pagos, mientras que aquellos que presenten pujas altas, recibirían una compensación (incluso en el caso de no ganar). A pesar de estas compensaciones, seguiría siendo preferible ganar a no hacerlo, de manera que el seguro ofrecido por el vendedor sería incompleto.

Este modelo es muy complejo de realizar en la práctica, lo que ha dificultado su aplicación en casos reales. Una propuesta para hacerla más viable podría ser la propuesta por Mathews (1983) en su obra "*Selling to Risk Averse Buyers with Unobservable Tastes*". En ella, Mathews propone el cobro de una tarifa por participación en la subasta, la cual disminuirá a medida que la puja sea mayor.

En cualquier caso, aunque en ciertas subastas sí que se utiliza la tarifa de entrada, esta no suele variar en función de la puja, por lo que tampoco es un modelo que haya logrado su traslación a la práctica de forma satisfactoria.

B) MODELOS CON VALORACIONES COMUNES Y MODELO GENERAL

Uno de los supuestos del Modelo de Referencia era que las valoraciones que los participantes hacían del bien subastado eran privadas e independientes. Estas diferencias de valoración se explican por las distintas preferencias que presentan los participantes de la subasta, además del hecho de que dichas preferencias no están relacionadas entre sí. Si introducimos variaciones en este supuesto, se abren numerosas variantes a la hora de plantear las subastas.

Un caso extremo sería aquel donde todos los potenciales compradores presentasen exactamente la misma valoración del bien subastado (esta valoración sería desconocida previamente a realización de la subasta). Los participantes serían conocedores de este valor cuando adquiriesen el bien. Antes de decidir la puja a presentar, los participantes recibirían una "señal" relacionada con el valor del bien subastado, siendo esta distinta para cada participante, pues la fuente varía (investigaciones propias, información privilegiada...).

Cuando se dan estas valoraciones comunes, surge un efecto que se conoce como "maldición del ganador". Según la señal que reciba cada participante, realizarán

estimaciones de la valoración del bien sometido a subasta, en función de la cual realizarán el cálculo de su puja óptima. La diferencia con el supuesto de valoraciones privadas, es que la puja se basa en la estimación de cada participante del “verdadero valor” del bien (a diferencia de las valoraciones privadas, que se basa en la valoración del participante en cuestión). Dado que en el supuesto de valoraciones comunes los potenciales compradores son simétricos, el que resulte ganador será aquel que otorgase una valoración más alta al bien. Esto podría resultar contraproducente, pues implicaría que el resto de potenciales compradores habrían estimado un valor inferior para el bien subastado que el ofrecido por la puja ganadora. Esto podría significar que el precio finalmente pagado habría superado el valor real del bien.

Algunos trabajos (Capen, Clapp & Campbell, 1971) intentaron aplicar este enfoque para mostrar las bajas tasas de retorno de las empresas petroleras por la adquisición de derechos de exploración obtenidos mediante subasta. No obstante, el que los participantes se viesen sorprendidos de forma negativa sistemáticamente por el resultado de la subasta, no concuerda con las nociones básicas de racionalidad de los compradores.

De esta forma, si damos por hecho que los participantes son racionales a la hora de presentar las pujas, estos deberían haber previsto que, de darse la situación de ganar, esto se debería a que su puja sería la más elevada. Por tanto, su actitud resultaría más prudente si las pujas presentadas fuesen inferiores. Esta prudencia vendría derivada del hecho que supone que el jugador “i”, al estimar el “verdadero valor” del bien en subasta, no solo debe ponderar la señal recibida, sino que si ganase, esta señal sería la mayor de entre los participantes en la subasta. El resultado sería que la estimación del valor del bien (si se asume que la señal recibida es la mayor de las recibidas por los participantes) es menor que cuando solo se tiene la señal propia.

Este efecto se incrementa al aumentar el número de competidores en la subasta. Por tanto, cuando se dan valoraciones comunes, al incrementarse el número de participantes, tienen lugar 2 efectos que operan en sentidos opuestos:

-El efecto competitivo que aparecía en el modelo con valoraciones privadas (que establecía que las pujas serían cercanas a la cantidad máxima que estarían dispuestos a ofrecer los potenciales compradores) se mantendría.

-A la vez, la valoración estimada del bien se vería reducida, ya que a partir de un cierto número de participantes, el miedo a sufrir la “maldición del ganador” haría que las pujas fuesen menores.

En esta situación, el vendedor tratará de reducir todo lo posible el efecto de la “maldición del ganador” entre los participantes, para evitar que estos adoptasen una postura defensiva, presentando pujas inferiores. La subasta inglesa ofrece ventajas a la hora de perseguir este objetivo.

En el trabajo “*A Theory of Auctions and Competitive Bidding*” (Milgrom y Weber, 1982) se expone un modelo mixto y más general, que permite correlación entre las distintas valoraciones de los compradores. En él se recoge el concepto de afiliación. Este concepto recoge la idea de que, cuando un participante considera que el valor del bien subastado es elevado, aumenta la probabilidad de que el resto de participantes también perciban como elevado el valor de dicho bien.

A diferencia del modelo de valoraciones independientes, este modelo permite tener señales de las valoraciones del resto de participantes. Este hecho presenta una diferencia entre la subasta inglesa y la subasta a sobre cerrado al primer precio, en cuanto a los ingresos esperados por cada tipo de subasta.

En la subasta inglesa, los potenciales compradores observan el precio de retirada del resto de participantes, lo cual les proporciona una información extra de la que carecían al empezar el proceso de presentación de pujas. En el modelo de valoraciones privadas, esta información era irrelevante. Aquí, sin embargo, sí que va a producir modificaciones. Esta información extra, permite que la maldición del ganador se vea reducida, provocando que los jugadores que siguen activos en la puja, eleven la estimación realizada sobre el valor del bien subastado.

Esta situación no se da en las subastas con sobre cerrado, ya que, en el momento de presentar la puja, los participantes no tienen información sobre las pujas presentadas por el resto de potenciales compradores.

De esta forma, Milgrom y Weber demuestran que la subasta inglesa es la que proporciona mayores ingresos esperados cuando las valoraciones de los participantes se encuentran afiliadas.

C) ASIMETRÍAS ENTRE LOS COMPRADORES

El supuesto de simetría entre los participantes implicaba que todas las valoraciones de los participantes provenían de una misma distribución de probabilidad, lo que implica que “ex ante” los participantes serían iguales, o lo que es lo mismo, que antes de que tenga lugar la subasta, el vendedor no percibirá diferencia entre los participantes en la subasta.

No obstante, existen situaciones en las que se pueden observar asimetrías en los participantes antes de que comience la subasta, las cuales podrían tener efectos relevantes sobre las pujas de los candidatos.

-Un ejemplo de esto (aplicado a la compra de empresas) se da cuando uno de los participantes es poseedor de un determinado porcentaje del capital de la empresa subastada. Este control le dota de una ventaja sobre el resto de potenciales compradores (mayor información sobre la empresa, funcionamiento, etc...).

-Otra situación donde se puede observar esta asimetría se da en la venta de empresas pertenecientes a sectores con pocos competidores. Aquí los participantes provenientes de otros sectores, se encontrarían en desventaja con los potenciales compradores que perteneciesen al sector de la empresa subastada.

-Un último ejemplo sería el que se da cuando la empresa sometida a subasta es poseedora de concesiones administrativas. Podríamos observar asimetría entre los potenciales compradores que ya tuviesen otras concesiones similares y quienes no las tuviesen y aspirasen a obtenerlas mediante la obtención de dicha empresa en subasta.

En general, estos supuestos de asimetría han dado lugar a modelos más complejos que aquellos en los que los compradores son simétricos. Una forma de modelizar este supuesto, consiste en suponer que las valoraciones de cada participante provienen de distintas distribuciones de probabilidad. Sin tener en cuenta el origen de las asimetrías, supondremos que existe un potencial comprador “fuerte” al que el resto de potenciales compradores le atribuyen mayor probabilidad de presentar una valoración superior del bien subastado. Veamos cómo opera este supuesto para las diferentes subastas.

En la subasta inglesa, la subasta siempre la ganará aquel participante que otorgue una mayor valoración al bien, pues el resto de participantes irían retirándose conforme aumentase el precio por encima del valor que ellos otorgan al bien. Es por esto, que cuando los participantes consideran que existe un competidor con gran probabilidad de

presentar una valoración mayor que la suya, tendrán pocas esperanzas de obtener la victoria. Estas reducidas esperanzas de conseguir la victoria, reducen a su vez los incentivos para participar en la subasta en sí misma. Esta menor participación acabaría resultando en un menor precio final (pues el precio en la subasta inglesa venía determinado por la segunda valoración más alta, y la el valor esperado de esta disminuye con el número de participantes).

En la subasta con sobre cerrado al primer precio, dado que los participantes son asimétricos, pueden presentar estrategias distintas, que podrían desembocar en una probabilidad positiva de que ganase un candidato que presente una valoración más baja. Aunque para los participantes considerados “débiles” los incentivos existentes para participar en la subasta disminuyen con respecto al supuesto de competidores simétricos, esta reducción es menor que la que acontece en la subasta inglesa.

No es necesario asumir que 1 o varios participantes tienen “ex ante” una mayor probabilidad de tener la valoración más alta para que se de esta diferencia entre subastas inglesa y a sobre cerrado al primer precio.

Un ejemplo de esta situación sería si un participante en la subasta fuese poseedor de parte del capital de la empresa en venta. En caso de no ganar la subasta, este participante pasaría a ser vendedor (en una situación en que la oferta fuese por el 100% del capital de la empresa). En esta situación, en la subasta inglesa, al participante que posee parte del capital le interesa continuar en la puja, incluso una vez que el precio ha superado su valoración. Esto se debe a que en su utilidad esperada, hay que añadir la variable que supone el precio a recibir por su participación en la empresa en caso de no ganar, haciendo que el nuevo cálculo de su puja óptima, la coloque por encima de la cantidad máxima que este participante estaría dispuesto a pagar. Esta estrategia provocaría que el resto de participantes esperen una estrategia agresiva por parte del potencial comprador poseedor de parte del capital, reduciendo así sus posibilidades de ganar y su excedente en caso de lograrlo.

En conclusión, si en la subasta inglesa uno de los participantes es propietario de parte del capital de la empresa subastada, también disminuirá los incentivos para la participación en dicha subasta.

Esto no ocurriría en las subastas con sobre cerrado al primer precio, ya que el participante poseedor del capital, no podrá influir en el precio que obtendría como vendedor en caso

de no ganar, puesto que en este tipo de subastas el precio lo determina la puja ganadora. En este tipo de subasta, no habría incentivos para presentar una estrategia agresiva, lo que resultaría en una subasta que no presenta desincentivos para su participación.

Por tanto, podríamos concluir que, de darse las situaciones de asimetría descritas, los incentivos existentes para participar en las subastas con sobre cerrado al primer precio serían superiores a los que se dan en las subastas ascendentes. Esto provocaría que participasen más potenciales compradores en la subasta al primer precio, haciendo que los ingresos esperados sean superiores a los de la subasta ascendente.

Finalmente, al igual que en el supuesto de que los participantes presentasen aversión al riesgo, ninguno de los 4 tipos básicos de subasta sería óptimo. El diseño de un mecanismo de subasta óptimo en presencia de asimetría entre los participantes implicaría discriminar a los supuestos potenciales compradores “fuertes”. El objetivo que se perseguiría con esto sería incentivar la participación de potenciales compradores considerados “débiles” a la vez que elevar las pujas presentadas por los considerados “fuertes”.

D) COLUSIÓN ENTRE LOS PARTICIPANTES

Otro supuesto del Modelo de Referencia establece que los participantes de la subasta no cooperan entre sí, y que actúan de forma independiente. En el momento planteamos la posibilidad de que los participantes de la subasta puedan llegar a acuerdos, con el fin de obtener mejores precios en lugar de competir, la situación cambia.

Esta colusión puede tener lugar a través de acuerdos explícitos o implícitos. Una forma de actuación colusiva, sería la agrupación en “cárteles”. De esta manera, uno de los miembros del mismo pujaría por el bien para posteriormente volverlo a subastar entre los miembros del acuerdo colusivo, repartiéndose la diferencia entre ambos precios entre todos los miembros.

En el caso de subastas sucesivas, los miembros del “cártel” podrían turnarse para presentar sus pujas, haciendo de esta forma frente a una menor competencia.

Sin embargo, estas agrupaciones presentan ciertos costes (de coordinación, de amenazas creíbles para evitar traiciones, riesgo de ser acusado de comportamiento contrario a la libre competencia, etc...). Es por ello, que para que estos acuerdos presenten estabilidad, los beneficios esperados deberán ser mayores que en el caso de actuar de forma independiente.

Los análisis teóricos de este tipo de acuerdos muestran que, para que estos acuerdos se sostengan, se requiere la existencia de un castigo para el caso de que un miembro del pacto se aleje del mismo. La dificultad que implica esto reside en el hecho de que la detección de la traición debería ser tremendamente rápida y precisa, para poder disuadir con eficacia de la traición a este miembro del “cártel”.

Es por ello, que la falta de información y el contexto de incertidumbre en que se encuentran estos “cárteles”, supone un problema para el funcionamiento de los mismos. Esta situación debe tenerse en cuenta a la hora de diseñar un mecanismo de subasta.

5. CASO PRÁCTICO: SUBASTAS DERECHO DE EMISIÓN EN ESPAÑA

A lo largo del trabajo, hemos visto cómo funcionan los tipos básicos de subastas de un solo bien y de múltiples bienes, así como las estrategias óptimas para afrontar cada una. En este apartado mostraremos un ámbito de la actualidad donde las subastas han adquirido una notable importancia en los últimos años, que es el de las emisiones de CO₂. Para ello, comenzaremos exponiendo como se reparten los derechos de CO₂ en la actualidad y cuál es el tipo de subasta elegido para ello, para posteriormente ver un ejemplo de cómo funciona este mecanismo de asignación.

5.1 FUNCIONAMIENTO DE SUBASTAS DE DERECHOS DE EMISIÓN

Los Derechos de Emisión en la UE se rigen por el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la UE (en adelante RCDE), que estableció la Directiva 2003/87/CE, la cual entró en vigor en 2005, siendo el principal instrumento de la UE desde entonces para regular las emisiones de estos gases en los sectores industrial, de generación de electricidad y transporte aéreo (Sánchez García, 2019).

El RCDE se divide en 4 fases:

1^a) Periodo 2005-2007

2^a) Periodo 2008-2012

3^a) Periodo 2013-2020

4^a) Periodo 2021-2030.

Este RCDE crea la figura del derecho de emisión, consistente en un permiso que permitiría emitir 1 tonelada de CO₂, pudiendo ser este derecho objeto de compraventa. El número de derechos de emisión que se otorgan al año depende de los objetivos medioambientales a conseguir. El número de derechos se reducirían cuando se quieren reducir las emisiones, lo que provocaría una subida en los precios de estos derechos de emisión.

Se prevén 2 formas de implementar estos derechos en el mercado: mediante asignación gratuita o mediante subasta. Al finalizar cada año, las empresas reguladas deberán entregar una cantidad de derechos de emisión equivalente a las emisiones que hayan producido. Lo que busca este mecanismo es servir de incentivo a las empresas para que éstas vayan progresivamente reduciendo las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Estas reducciones no tienen por qué establecer límites individuales a cada empresa. Cada una de ellas tendrá que decidir si le resulta más rentable invertir en instalaciones que reduzcan las emisiones, o acudir a los mercados para comprar derechos de emisión. Esto permite que las reducciones se produzcan de la forma más eficiente posible, dejando que el mercado reajuste la asignación de estos derechos, acabando en manos de aquellos que les otorgan un mayor valor.

En cuanto a los mecanismos de asignación de estos derechos, han ido evolucionando a lo largo de los periodos antes mencionados.

En los 2 primeros periodos (correspondientes a los intervalos temporales que abarcan de 2005 a 2007 y de 2008 a 2012) las subastas se utilizaban de forma residual. La mayoría de los derechos se repartían mediante asignaciones gratuitas (estas debían representar un mínimo del 95% de las asignaciones de CO₂ en el periodo 2005-2007 y del 90% en el periodo 2008-2012). Esta tendencia cambia cuando comienza el tercer periodo, pues a partir de 2013 el mecanismo de subasta pasa a aplicarse a aproximadamente la mitad de los derechos asignados. En este trabajo, nos centraremos en los resultados obtenidos por la tercera fase, pues la cuarta fase apenas cuenta con información para analizar. Además, se excluirá del análisis del tercer periodo el año 2020, puesto que la anomalía que supone la pandemia podría distorsionar los datos analizados. Por otra parte, se descartan los dos primeros periodos debido al escaso peso de las subastas en los mismos, como se comenta previamente en el trabajo, puesto que en dichos periodos la gran mayoría de derechos de emisión se adjudicaban mediante asignaciones gratuitas.

Los derechos subastados se distribuyen entre los Estados Miembros de la UE, correspondiéndole a España en 2019 un 8,35% de los derechos de emisión expedidos, cifra inferior a la que se venía asignando a nuestro país en años anteriores.

Tabla 3: Porcentaje derechos emisión a subastar correspondientes a España en el periodo 2013-2019

Año	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Porcentaje derechos emisión que corresponden a España	8,02%	8,87%	9,81%	9,69%	8,92%	9,14%	8,35%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de European Environment Agency.

Se puede observar cómo el porcentaje del total de los derechos de emisión subastados en la Unión Europea que corresponden a España oscilan entre el 8-10% para el periodo estudiado, siendo por tanto España uno de los países de la UE en el que mayor número de derechos de emisión son sometidos a subasta.

En lo que respecta al tipo de subasta utilizado, podemos observar que el tipo de subasta que se desarrolla se corresponde con la subasta de precio uniforme para múltiples bienes, estudiada en el apartado 4.3 del presente trabajo. En concreto, el funcionamiento es el siguiente.

En primer lugar, se asigna a cada Estado miembro un determinado porcentaje de los derechos totales que la UE se ha propuesto emitir (cifra que dependerá del objetivo de emisiones que se haya marcado en cada año concreto). La cantidad a asignar cada año vendría dada por los criterios dispuestos en la Directiva 2003/87/CE.

Una vez determinada la cantidad de derechos de emisión que corresponde subastar en cada país, se procede a iniciar las subastas. Para ello, se presentan una serie de ofertas en un sobre cerrado a la autoridad encargada de las subastas de los derechos de emisión en cada país a lo largo de un periodo temporal determinado. En dicha oferta, se especifican la cantidad de derechos de emisión que se quiere adquirir, y el precio que se ofrece por estos derechos.

A la hora de calcular los precios por los que se puja, las empresas participantes tendrán en cuenta los precios históricos de subastas anteriores, así como el número de derechos

de emisión a subastar y el número y capacidad económica del resto de empresas que concurren conjuntamente en la subasta de estos derechos.

Una vez presentadas las ofertas, estas serían ordenadas de mayor a menor por la autoridad competente. Cuando se cubra el número total de derechos subastados, el precio de la última oferta que entre, será el que determine el precio al que se venderán todos los derechos subastados.

La elección de este tipo de subasta se debe a que la existencia de asimetrías en la información podía desembocar en ciertos participantes (menos informados) pagando un precio mayor que los más informados.

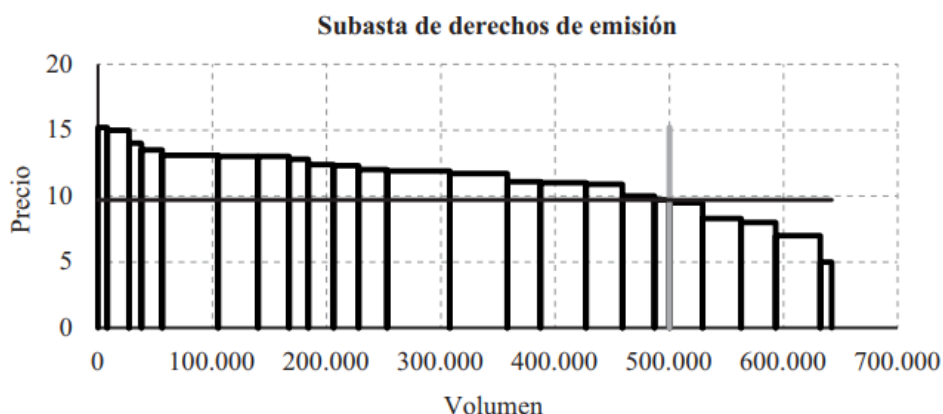
Este método se creó en su origen para corregir estas diferencias de información existentes entre participantes. Los participantes que contasen con menos información, tenderían a realizar pujas bajas, de forma conservadora, para evitar sobrevalorar el bien y pagar por él un precio superior a su valor real. Es por ello que se crea este tipo de pujas, para incentivar la agresividad en las pujas, ya que incluso en el caso de sobrevalorar el bien (derechos de emisión en este caso) el precio pagado no sería el de la oferta, si no el último entre las pujas ganadoras admitidas. De esta forma, se trataría de corregir el defecto producido por la asimetría de información, incrementando así los ingresos obtenidos mediante la subasta de derechos de emisión.

5.2 EJEMPLO SUBASTAS DERECHOS DE EMISIÓN

5.2.1 Funcionamiento subastas derechos de emisión en la UE.

A continuación, mostramos un ejemplo con cifras de como funcionarían estas subastas de derechos de emisión en la UE, una vez asignado a un país el número de derechos de emisión que pueden subastar. En nuestro ejemplo, se subastan 500.000 derechos de emisión en un determinado país. Podemos ver cuáles han sido las pujas en la siguiente figura:

Tabla 4: Ejemplo numérico subastas derechos de emisión.



Fuente: *La asignación gratuita de derechos de emisión y las subastas de derechos de emisión en España*. Madrid: Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos.

Cada una de las figuras rectangulares representa al número de derechos por los que se puja, y el precio al que se puja por los mismos, ordenados por orden decreciente en función del precio. De esta manera, el derecho número 500.000 es adjudicado a la decimoctava oferta presentada, con un precio de 9,70€ por derecho de emisión. Por tanto, las 500.000 unidades de derechos de emisión, serán adjudicadas a este precio.

5.2.2 Funcionamiento Subastas Derechos de emisión en España.

Seguidamente, pasamos a analizar los precios obtenidos por estas subastas en España, en el periodo correspondiente a los años 2012-2018. La autoridad competente en esta materia en España es el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, siendo la encargada de la realización de las subastas, adjudicación de los derechos de emisión, recogida de datos y elaboración de informes pertinentes relativos a este proceso.

Cada año, se le asigna a España un porcentaje del total de los derechos de emisión que la UE pretende subastar (Tabla 3), el cual variará en función del objetivo medioambiental de la UE. Una vez se le comunica al Ministerio de Transición Ecológica el número total de derechos de emisión a subastar en un año concreto, este procede a subastarlos a lo largo del año de forma periódica.

Dichas subastas tienen lugar los lunes, martes y jueves de cada semana de 9:00 a 11:00 de la mañana (pueden producirse variaciones por festivos), lo que implica que se producen unas 140 subastas al año de forma aproximada.

En la siguiente tabla podemos observar, para cada uno de los años mencionados, el número de subastas llevadas a cabo, el volumen de derechos subastados en España, los precios máximos, mínimos y medios obtenidos para cada año, y los ingresos que España obtuvo para cada periodo.

Tabla 5: Resultados obtenidos en España en las subastas de derechos de emisión (2012-2018)

Periodo	Número de subastas	Volumen subastado (millones de derechos)	Ingresos (millones de euros)	Precio máximo	Precio mínimo	Precio medio
2012	11	10,15	68,53	8,49	5,82	6,76
2013	142	78,80	346,11	6,35	2,65	4,40
2014	144	54,79	323,53	7,10	4,17	5,91
2015	142	62,07	473,20	8,63	6,36	7,64
2016	132	69,35	364,97	7,45	3,94	5,25
2017	137	84,88	488,78	7,91	4,35	5,75
2018	139	83,68	1291,07	24,85	7,68	15,85

Fuente: *La asignación gratuita de derechos de emisión y las subastas de derechos de emisión en España*. Madrid: Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos.

Se observa que el volumen de derechos subastados ha ido aumentando, cobrando por tanto este mecanismo mayor importancia con el paso de los años, sustituyendo paulatinamente la asignación gratuita de estos derechos por la subasta de los mismos.

Comparemos estos resultados con los precios obtenidos en el mercado de derechos de emisión. Este mercado vendría a actuar como un mercado secundario donde aquellos compradores que hayan adquirido los derechos de emisión en subasta pueden poner en venta los derechos adquiridos, ya sea porque los adquirieron para su posterior venta, o porque adquirieron más de los que finalmente necesitaron y quieren recuperar su inversión. Esto permite que aquellas empresas que no hayan logrado adquirir los derechos de emisión que deseaban mediante la subasta, puedan acceder a estos mismos. Su funcionamiento sería similar al del mercado secundario bursátil, donde los precios vendrían determinados por la oferta y demanda.

Tabla 6: Evolución precios derechos emisión en el periodo 2013-2019

Año	Precio medio	Precio máximo	Precio mínimo
2013	4,54	6,67	2,75
2014	6,01	7,46	4,40
2015	7,71	8,68	6,46
2016	5,38	8,29	3,93
2017	5,85	8,21	4,35
2018	16,00	25,23	7,66
2019	24,93	29,81	18,80

Fuente: Elaboración propia a partir de *SENDECO2*.

Se puede observar cómo los precios obtenidos en el mercado son siempre ligeramente superiores que los obtenidos por subasta para cada uno de los años del periodo estudiado, pues los dueños de estos derechos adquiridos por subasta pretenden obtener cierto beneficio con su venta, pero no se trata de una gran diferencia, obteniéndose precios muy similares en la subasta y en el mercado.

Esto podría interpretarse como que la subasta es un mecanismo de asignación bastante eficiente, pues consigue que los compradores desvelen cual es el precio que están dispuestos a pagar por una unidad de derechos de emisión, mecanismo que permite asignarlos a aquellos compradores que más los valoran, de forma muy similar a como lo hace el mercado, a la vez que genera recursos públicos en forma de contraprestación monetaria por la compra de dichos derechos de emisión.

Otra ventaja que ofrece la subasta con respecto a la formación de precios a través del mercado es que resulta mucho más transparente, puesto que todos aquellos que participan en la subasta conocen de antemano las reglas del mecanismo de asignación de los derechos. Esta característica sería muy deseable en un proceso público como es el de asignación de los derechos de emisión de CO₂.

6. CONCLUSIONES

La primera parte del trabajo se ha centrado en una revisión bibliográfica de la Teoría de Subastas a nivel general, sentando las bases teóricas necesarias para poder identificar en el caso práctico el tipo de subasta utilizado, así como entender el funcionamiento del mismo y su mejor o peor adecuación a la situación analizada.

En lo que respecta al supuesto práctico analizado (las subastas de derechos de emisión de CO2 en Europa), se ha determinado que el tipo de subasta se amolda a la subasta de precio uniforme para múltiples bienes, estudiada en el apartado 4.3 de este trabajo.

A priori, tras el análisis teórico de la Teoría de Subastas, podemos calificar como adecuada la elección de este tipo de subasta por las autoridades europeas a la hora de poner en circulación los derechos de emisión del CO2. Ello es debido a que este tipo de subasta evita penalizar a aquellos participantes que se encuentren menos informados, previniendo que estos adopten posturas conservadoras de cara a realizar sus pujas, obteniendo por tanto mayores precios.

Esto es beneficioso en el caso de las subastas de derechos de emisión por 3 motivos: por un lado, al subir los precios, se desincentiva la utilización de tecnologías que emitan CO2 a la atmósfera. Por otro lado, la venta de estos derechos de emisión incrementa los ingresos que reciben los Estados por las subastas de los mismos, ingresos que pueden utilizarse para cubrir las externalidades provocadas por estas emisiones producidas por las empresas compradoras. Finalmente, la venta de estos derechos a través de subasta, proporciona una transparencia en el método de asignación que no provee la asignación a través del mercado, siendo esta transparencia una característica deseable en los procesos públicos.

Centrándonos en los resultados cuantitativos de las subastas, podemos observar que en el periodo comprendido entre los años 2013-2019, los precios obtenidos por las mismas son similares a los obtenidos en el mercado secundario, lo que nos indica que la subasta sería un mecanismo igual de eficiente que el mercado a la hora de asignar los derechos de emisión de CO2, pues la corrección que se produce de los precios en el mercado secundario es mínima.

Sería interesante investigar cómo ha afectado la introducción del mecanismo de subasta en las empresas que más derechos de emisión adquirirían a lo largo de los años, viendo si

este mecanismo de asignación de los derechos ha provocado cambios en las empresas que más derechos de emisión venían obteniendo los años anteriores a la introducción de las subastas, pero dichos datos no se encuentran accesibles de forma pública, y escapan por tanto a los recursos de los que se dispone para la realización del presente trabajo. No obstante, sería una línea de investigación interesante a la hora de ampliar la temática tratada en este Trabajo de Fin de Grado.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Axelrod, R.M., & Bou, L. (1986). *La evolución de la cooperación: El dilema del prisionero y la teoría de juegos*. Madrid: Alianza Editorial.
- Ausubel, L.M. (2003). Auction Theory for the New Economy. *Elsevier Science*, 123-162.
- Capen, E. C., Clapp, R. V., y Campbell, W. M. (1971), "*Competitive Bidding in High-Risk Situations*", *Journal of Petroleum Technology*, 23, 641-653.
- Durá Juez, P (2003). *Teoría de subastas y reputación del vendedor*. Recuperado el 26 de febrero de 2022 de Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV): [http://www.cnmv.es/DocPortal/Publicaciones/MONOGRAFIAS/TEORIA SUBASTA S.PDF](http://www.cnmv.es/DocPortal/Publicaciones/MONOGRAFIAS/TEORIA_SUBASTA_S.PDF)
- Durá Juez, P (2003). *Teoría de subastas y privatizaciones: un modelo de reputación del vendedor* (Tesis doctoral). Tesis de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.
- EU Emissions Trading System (ETS) data viewer. (s. f.). European Environment Agency. Recuperado 14 de mayo de 2022, de <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1>
- Krishna, V (2002). *Auction Theory*. Academic Press.
- Maskin, E., y Riley, J. (1984), "*Optimal Auctions with Risk Averse Buyers*", *Econometrica*, 52(6), 1473-1518.
- Matthews, S. (1979), "*Risk Aversion and the Efficiency of First and Second Price Auctions*", Working Papers, Dept. of Economics, University of Illinois
- Matthews, S. (1983), "*Selling to Risk Averse Buyers with Unobservable Tastes*", *Journal of Economic Theory*, 30(2), 370-400
- McAfee, R. P., & McMillan, J. (1987). Auctions and Bidding. *Journal of Economic Literature*, 25(2), 699-738.
- Pindyck & Rubinfeld, D.L. (2018). *Microeconomía (9ª ed.)*. Prentice Hall.

- Precios CO2 - Sendeco2. (2022). Precios CO2. Recuperado 2022, de <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>
- Ramírez Vigoya, A. (2011). Un equilibrio bayesiano de Nash: competencia a la Cournot bajo información asimétrica y productos diferenciados. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 19(2), 61-72. <https://doi.org/10.18359/rfce.2248>
- Riley, J. G., & Samuelson, W. F. (1981). *Optimal Auctions. The American Economic Review*, 71(3), 381–392.
- Rothkopf, Michael & Teisberg, Thomas & Kahn, Edward. (1990). *Why Are Vickrey Auctions Rare?*. *Journal of Political Economy*. 98. 94-109.
- Sánchez Cuenca, I. (2004). *Teoría de Juegos (Segunda edición ampliada y revisada)*. Madrid: Centro Investigaciones Sociológicas (CIS).
- Sánchez García, I.A. (2019). *La asignación gratuita de derechos de emisión y las subastas de derechos de emisión en España*. Madrid: Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos.
- Shubik, M. (1983a), "Auctions, Bidding, and Market: An Historical Sketch". In R. Engelbrecht-Wiggans, M. Shubik, & J. Stark (Eds.), *Auctions, Bidding, and Contracting: Uses and Theory* (pp. 33-52), New York University Press, New York.