
INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL EN ECONOMÍA INDUSTRIAL

JOSÉ LUIS FERREIRA

Universidad Carlos III de Madrid

La Economía experimental comienza con los trabajos de Chamberlain (1948), interesado en comprobar empíricamente los resultados del modelo neoclásico de oferta y demanda. En sus experimentos de clase los estudiantes se dividían en un grupo de compradores y otro de vendedores, donde cada uno de ellos tenía una unidad de bien que podía comprar

o vender según su rol y nunca a un precio menor que el coste o mayor que su valoración. Los alumnos podían hablar libremente en la clase buscando con quién comerciar. Los resultados de sus experimentos no apoyaban la teoría, al encontrarse una dispersión de precios y una asignación no eficiente.

El primer avance importante tras este intento lo dio el futuro premio Nobel Vernon Smith (1962), quien únicamente añadió al experimento la anotación pública de los precios a los que se producían los intercambios. Este rediseño del experimento se mostró suficiente para una rápida convergencia al equilibrio teórico. Técnicamente, el mecanismo usado es conocido como «mercado de subasta doble con ofertas públicas» (más brevemente se le suele llamar mercado de subasta doble o *double auction market*, en inglés). Una de las características más sorprendentes del mercado de doble subasta es su robustez. El experimento se ha repetido innumerables veces, con distintos sujetos experimentales (estudiantes, ejecutivos, personas sin estudios,...) y con distintas maneras de explicar las instrucciones. Esto contrasta con la sensibilidad que muestran los resultados experimentales en otras áreas como la Teoría de Juegos o la Economía del Comportamiento.

Tras los experimentos con mercados competitivos, la aplicación de estos nuevos instrumentos de investigación económica a los mercados de competencia imperfecta constituyen el siguiente paso natural. En general, el área de Organización Industrial tardó en aceptar los métodos experimentales para su estudio, aunque esta actitud no ha sido distinta de la observada en el resto de la profesión. Hasta que no se obtuvieron los primeros resultados de interés, la posición era de escepticismo. Con todo, el *Handbook of Industrial Organization*, en su segundo volumen ya dedica un capítulo a las aportaciones de la Economía experimental (Plott, 1989), mientras que el *Handbook of Experimental Economics* dedica un capítulo a la Organización Industrial (Holt, 1995). Más recientemente el *International Journal of Industrial Organization* dedicó un número especial a los experimentos en 2000 y diez años más tarde, otro presentado por Norman y Ruffle (2011). En español, el libro *Economía Experimental y del Comportamiento* (ed. Pablo Brañas-Garza, 2011) también dedica un capítulo a la Organización Industrial.

Uno de los temas recurrentes en los debates sobre la aportación de la Economía experimental al análisis económico es la limitación de los análisis de laboratorio. Según una visión, la Teoría Económica ofrece

modelos simplificados con los que orientarse en una realidad que siempre será mucho más compleja que la teoría o que el experimento, por lo que un experimento sobre una teoría no aportaría demasiado al conocimiento de la realidad, al no introducir estas complejidades. Los avances en Economía experimental están, poco a poco, ayudando a superar esta visión. Al fin y al cabo, los experimentos son mercados reales, donde se compran y venden activos y donde una buena decisión permite ganar dinero. Pero además, los experimentos han permitido introducir y controlar distintas variables que la teoría no ha estudiado completamente, han permitido saber qué complejidades son más fáciles de entender por los decisores y, gracias a ello, han podido ser de gran utilidad en algunos procesos de desregulación. La revisión de la literatura realizada en este artículo está orientada a mostrar estas aportaciones.

Los apartados primero y segundo realizan un somero repaso de los resultados principales para los modelos de monopolio y de oligopolio. En las referencias anteriores, el lector interesado podrá abundar sobre estos temas y otros ligados a la estructura de mercado (modelos de entrada, mercados contestables, etc.). El presente artículo, en cambio, sigue con varias secciones dedicadas a la aplicación de las técnicas experimentales en varios sectores. El apartado tercero trata de la contribución de la economía experimental a las subastas del espectro electromagnético. El apartado cuarto hace lo propio con los mercados del agua y el apartado quinto con la desregulación del sector eléctrico. En el último apartado se ofrecen algunos resultados recientes en experimentos sobre la posibilidad de que los mercados de futuros aumenten la competencia de un oligopolio.

MONOPOLIO ¶

Los primeros experimentos sobre monopolio fueron realizados también por Vernon Smith (1981) usando tanto el mecanismo de doble subasta como el de ofertas (*posted offers*). La diferencia básica estriba en que, en el primero, oferentes y demandantes pueden hacer propuestas de intercambio, mientras que en el segundo únicamente el vendedor monopolista puede hacerlas. En el diseño de doble subasta se encuentran equilibrios a medio camino entre los precios teóricos de monopolio y de competencia, en contraste con el mecanismo de ofertas, donde sí se obtiene la cantidad y precios de monopolio. Porter (1991) presenta una hipótesis que podría explicar esta diferencia. La clave reside en la manera en que está diseñado el mecanismo de doble subasta, en el que, contrariamente al modelo teórico, la demanda no se satisface instantáneamente. Si el monopolista logra vender las unidades que marca la teoría al precio de monopolio, todavía tendrá incentivo a vender unidades marginales a precios inferiores, pero superiores al coste, puesto que quedan compradores dispuestos a pagar ese precio. Sin embargo, si este es el caso, quienes compraban al precio de monopolio tendrán incentivo a esperar, de manera que pre-

sionarán el precio a la baja. Además, si se cambia el formato del experimento para que sean los compradores y no el vendedor quienes lleven la parte activa de la negociación haciendo ofertas de compra al monopolista y que este solo puede aceptar o rechazar, entonces el resultado se acerca al de competencia perfecta.

Cuando el monopolio tiene costes marginales decrecientes (monopolio natural), Coursey *et al.* (1984) encuentran que el monopolista tiene dificultades para ejercer su posición dominante y solo logra imponer un precio otra vez a medio camino entre el de monopolio y el de competencia perfecta.

Contrariamente a lo que sucede en los experimentos sobre mercados competitivos, la experiencia de los sujetos experimentales puede alterar los resultados. Harrison *et al.* (1989) muestran que en el caso en el que únicamente el monopolista realiza ofertas, la experiencia le permite pasar de obtener el 44% de los beneficios de monopolista a obtener el 78%.

La convergencia a la predicción teórica también se ha mostrado en experimentos en los que el monopolista se enfrenta a una demanda simulada por ordenador que es desconocida para el monopolista y que presenta un comportamiento precio aceptante. En muy pocos periodos de prueba y error se consigue llegar al punto de maximización de beneficios con precio y cantidades de monopolio según el modelo teórico.

Para situaciones más complejas, como cuando el monopolista tiene que producir varios bienes sustitutivos (Kelly, 1995) o cuando tiene que tomar decisiones temporales sobre el precio que asignar a un recurso renovable (García-Gallego *et al.*, 2008), la evidencia experimental ofrece resultados alejados del equilibrio sin mostrar convergencia hacia él.

OLIGOPOLIO ¶

De manera semejante al caso del monopolio, los sujetos experimentales parecen aprender bien a manejarse en los modelos de oligopolio estándar. Por ejemplo, el modelo de Cournot, donde deben competir eligiendo cantidades, ha sido analizado experimentalmente desde Fouraker y Siegel (1963). En general se encuentra que sacan a la venta las cantidades predichas en el equilibrio de Nash-Cournot, aunque con una varianza algo excesiva. Cuando el número de empresas crece, las cantidades ofrecidas son más altas que las predichas por la teoría y cercanas al equilibrio competitivo.

Los experimentos más recientes se han centrado en identificar qué complicaciones en los modelos pueden hacer alejar el comportamiento experimental del teórico. Así, García-Gallego y Georgantzis (2001) realizan experimentos donde las empresas deben decidir sobre varios bienes sustitutivos. La teoría implica un precio mayor que si se ofrecen por empresas separadas, sin embargo los sujetos experimentales

parecen encontrar dificultades en aprender las ventajas de este comportamiento estratégico. Al modificar ligeramente el experimento imponiendo de manera exógena una norma que limita las estrategias de las empresas en el sentido de tener que mover todos los precios en la misma dirección cada vez que se cambian, se consigue acercar el resultado experimental al teórico.

Brown-Kruse y Schenk (2000), Collins y Sherstyuk (2000), Huck *et al.* (2002) y Barreda *et al.* (2011) analizan los modelos de diferenciación de producto basados en el modelo de Hotelling. Estos trabajos muestran una validación de la teoría, tanto en los casos en los que solo se decide la localización como cuando también se decide el precio. Los individuos aprenden fácilmente que la diferenciación del producto les permite poner un precio más alto.

Una de las cuestiones de más interés en la Organización Industrial es la posibilidad de colusión tácita entre los componentes de un oligopolio. El equilibrio teórico muestra que el oligopolio pondrá un precio intermedio entre el de competencia perfecta y el de monopolio. Sin embargo, si la interacción en el mercado se repite un número indefinido de veces en el tiempo, es posible encontrar equilibrios en los que se impone el precio de monopolio, según el bien conocido Folk Theorem. Si la repetición es finita y conocida, la única manera de encontrar algo de cooperación, con precios superiores a los de equilibrio, sucede en modelos de racionalidad limitada. Los primeros experimentos en este sentido encuentran que, en repeticiones de muy pocos periodos, se produce más cooperación de la esperada. Por ejemplo, Cooper *et al.* (1991) informan de decisiones cooperativas hasta un 30% de las veces en el dilema del prisionero repetido cada vez con un oponente distinto, aunque la cooperación disminuía a medida que avanzaba el experimento. En repeticiones de series de 10 periodos, con el mismo oponente dentro de cada una, se encuentra cooperación hasta pocos periodos antes del final de la serie (véase Stoecker, 1980). En experimentos posteriores, Selten y Stoecker (1986), informan de cómo esta cooperación, de nuevo, va disminuyendo en las series posteriores.

SUBASTAS DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO ¶

En 1994, la FCC (Federal Communications Commission) subastó el uso del espectro electromagnético entre las empresas del sector. Anteriormente se habían usado licencias y loterías para fines similares, a pesar de que la Teoría Económica advertía que las subastas serían superiores, como pudo comprobar al recaudar 20.000 millones de dólares cuando finalmente se hicieron (Coase, 1959, constituye tal vez la advertencia más temprana en este sentido). Los análisis posteriores de las subastas realizadas corroboraron estas ideas y disiparon algunos temores: las pujas alcanzadas por licencias similares fueron también similares entre sí, y las compañías mantuvieron sus licencias, sin venderlas posteriormente, señalando que seguían valorando la licencia adquirida.

A menudo se presenta este caso y el de subastas similares como un éxito de la Teoría Económica. Desde luego lo es, pero de la misma manera que la Física se muestra exitosa en el desarrollo de los coches de Fórmula 1. Con las leyes de la Física en la mano sería imposible diseñar un vehículo competitivo, para eso es necesaria mucha experimentación, mucha prueba y error y realizar numerosas visitas al túnel de viento y al circuito. Lo mismo ocurrió con el diseño de la subasta del FCC.

Otros países han intentado también adjudicar el espectro mediante este mecanismo. A comienzos de los años 90, Nueva Zelanda adoptó una subasta al segundo precio y sin precio de reserva con muy pobres resultados. En Australia se adjudicaron licencias para televisión por satélite en una subasta al primer precio en sobre cerrado, también con problemas, ya que hubo alguna empresa que tras ganar la licencia se declaró insolvente sin sufrir ninguna consecuencia porque la subasta no requería el pago de ningún depósito. El gobierno suizo, en 2000, usó una subasta ascendente cuyas reglas permitieron que las cuatro grandes empresas expulsaran del juego a las demás y se repartieran las licencias. Para cuando el gobierno se dio cuenta y quiso posponer la subasta, las empresas pudieron acudir a los tribunales para impedir el cambio de reglas en el contrato de subastas (1).

¿Qué permite que unas subastas funcionen y otras no? Como en el caso de la Fórmula 1, la respuesta está en que el diseño necesita fuertes dosis de experimentación previa. El relato de los economistas académicos involucrados como asesores de la FCC es clarificador en este sentido. Por una parte, McAfee y McMillan (1996) nos ofrecen la perspectiva teórica y, por otra, Plott (1997) aporta la visión del experimentalista. McAfee y McMillan nos relatan cómo la teoría de subastas sirvió de punto de partida para el diseño final. En particular, la subasta ascendente simultánea sobre un grupo de licencias usada en el diseño final se muestra como el mecanismo que mejor se adaptaba a las características del mercado en cuestión. En esta subasta, cada empresa realiza su puja por las licencias que desea al mismo tiempo que las demás, después las pujas se hacen públicas y se vuelve a permitir una puja nueva en las mismas condiciones. La subasta termina cuando no hay más pujas. Se eligió subastar las licencias en grupos por razones de complementariedad, principalmente geográfica, lo que permitía a las empresas saber si podrían optar al paquete que deseaban y no terminar con una licencia con poco valor por no tener también la complementaria. La razón de elegir la subasta ascendente se debió a que las complementariedades son idiosincrásicas a cada empresa, de manera que el proceso ascendente debería permitir que el mercado estableciera las agregaciones de licencias.

Sin embargo, ni la decisión del tipo de subasta ni los múltiples detalles que la gobernaban, más de 130 páginas de reglas, pueden ser atribuidos a teoremas de la literatura de subastas. Por ejemplo, la elección de una subasta abierta en lugar de una a sobre cerrado se debió a la apreciación del experto sobre

cuál de los escenarios teóricos era más relevante. Por una parte, la subasta abierta permite reducir el miedo a caer en la «maldición del ganador» (si los rivales no han pujado tanto como yo, tal vez el objeto no valga tanto como yo pensaba), mientras que la subasta a sobre cerrado limita las posibilidades de colusión entre los pujantes, al no poder monitorizar lo que hace cada uno.

Una breve descripción de la subasta dará una idea del nivel de detalle necesario. Las empresas deben mostrar el grupo de licencias por las que tiene preferencias y a continuación se produce una subasta en tres etapas. Durante la primera se permite que una empresa sea activa solo en un tercio de sus licencias preferidas, mientras que en la segunda la permisividad se reduce y debe ser activa por lo menos en dos tercios. En la etapa final debe ser activa en el 100% de sus licencias preferidas. Otras reglas marcan el incremento mínimo en las pujas, el tiempo de las rondas de pujas, penalizaciones por retirarse, etc. Es fácil entender cómo la teoría sola no puede prever los resultados de la subasta cuando intervienen todos estos detalles, de ahí que la experimentación y la simulación se hagan necesarias.

Uno de los objetivos más importantes de la subasta es conseguir una asignación eficiente: las licencias, o grupos de ellas, deben terminar en las empresas que más las valoren. Debido a las complementariedades de las licencias, un mecanismo eficiente debe adjudicar por licencias o por paquetes según sea el caso. Puede ocurrir que la valoración que hace una empresa respecto a un paquete de licencias sea mayor que la suma de las valoraciones de tener por separado cada una de las licencias. También puede ocurrir lo mismo para un subconjunto de licencias que se ofrecen juntas en subasta. Incluso puede ocurrir que la suma de las valoraciones individuales sea mayor que la del conjunto. La eficiencia de la subasta requiere que las adjudicaciones coincidan con las valoraciones. Cuando se deriva más utilidad del paquete, las reglas de la subasta deben permitir que afloren las pujas por paquetes y que sean estos los que se adjudiquen. Plott (1997) explica cómo se diseñaron experimentos para dilucidar cuál de los tipos de subasta a los que se había reducido la discusión según las consideraciones teóricas (secuencial o simultánea) daba lugar a asignaciones más eficientes. La simultánea se mostró superior.

Los experimentos encontraron también aspectos insospechados en las subastas. Por ejemplo, los participantes tendían a continuar en ella, en lugar de abandonarla, con el fin de empujar el precio hacia arriba y hacer pagar más a los competidores. Este comportamiento acarrea el riesgo de quedarse con la licencia a un precio más alto que la valoración propia si se ha sobreestimado la valoración de los competidores. Es más, dado que son varios los participantes, el saber que los demás siguen participando hace que esta estrategia compense poco, ya que los demás harán subir el precio sin necesidad de participar. Paradójicamente, se observó que la ten-

dencia a no abandonar la subasta en los casos en los que se debía hacer era mayor cuando se sabía que los competidores continuaban que cuando esa información no se hacía pública. No parece haber explicación teórica para esas burbujas que empujan los precios al alza.

Otros experimentos sirvieron para probar el programa informático con el que se conduciría la subasta. Primero, los sujetos experimentales, estudiantes de Caltech, simulaban ser empresas, con sus propias valoraciones imputadas en el experimento. Después, los mismos estudiantes volvían a participar, esta vez con el único fin de encontrar maneras de manipular la subasta. Finalmente, los datos experimentales se usaron en un programa paralelo para realizar todos los cálculos que haría la FCC y comprobar su precisión.

En los experimentos se controlan todos los parámetros, como las valoraciones de cada licencia por separado y por paquetes, de manera que es posible saber si la subasta logra un alto grado de eficiencia, comparando la asignación final de licencias con las valoraciones de quienes las han adquirido. En el mercado real las valoraciones son privadas. Así todo se pudieron hacer algunas estimaciones. Antes de cada subasta real, se realizaban varias subastas en el laboratorio aproximando todo lo posible los valores reales. De esta manera se podían comparar los comportamientos observados en el laboratorio con los de la subasta real. La similitud entre ambos permitió concluir que si los datos del laboratorio implicaban una asignación eficiente de las licencias, los de la subasta real también serían eficientes.

MERCADOS DE AGUA ¶

La gran mayoría de los sistemas de colección y distribución de agua en todo el mundo dependen de una autoridad central. Desde hace tiempo, los economistas han recomendado la introducción de sistemas de mercado para mejorar la eficiencia de las asignaciones que permita las transferencias voluntarias de agua hacia los usos donde es más valorada (por ejemplo, Easter *et al.*, 1998). En esta sección resumimos uno de los trabajos más importantes sobre el uso de experimentos en este sector: el artículo de Murphy *et al.* (2000), donde informan de sus experimentos para estudiar la eficiencia de la subasta doble uniforme y en sobre cerrado para la asignación simultánea de agua y de derechos de capacidad de transporte entre oferentes, demandantes y transportistas. Otra alternativa era la subasta doble continua discriminatoria, donde se pagan diferentes precios por diferentes cantidades según orden de emparejamiento de ofertas y demandas.

Los autores realizan sus experimentos simulando la situación del sur de California, donde llueve poco y de manera irregular y donde el agua debe traerse a través de conductos desde pantanos en varios ríos o extraerse de los acuíferos subterráneos. A ello se unen varias restricciones medioambientales, de transporte y de

prohibición de exportaciones de agua desde algunas fuentes. Para ello en el experimento se diseña una red con 17 nodos en las que hay 9 sujetos experimentales activos, alguno de los sujetos toma decisiones en más de un nodo. Los nodos, divididos según sus características, son los siguientes:

- ✓ Tres fuentes de agua en superficie, que corresponden a los ríos Sacramento, San Joaquín y Colorado.
- ✓ Tres fuentes de agua subterránea, correspondientes a los acuíferos de la región.
- ✓ Cinco distritos urbanos: Sacramento, área de la Bahía de San Francisco, las ciudades del Valle de San Joaquín, el área metropolitana de Los Ángeles y San Diego. Estos distritos solo actúan como compradores.
- ✓ Cuatro distritos agrícolas de regadío: Valle de Sacramento, valle de San Joaquín norte, valle de San Joaquín sur y regantes del río Colorado. Estos distritos tienen derechos para comprar agua y vender de los pantanos en superficie, pero no de los acuíferos subterráneos. El primero tiene derechos sobre el río Sacramento y uno de los tres acuíferos; el segundo, también sobre el río Sacramento y sobre otro de los acuíferos; el tercero, sobre el río San Joaquín y el tercero de los acuíferos, mientras que el cuarto solo tiene derechos sobre el río Colorado. Como cada acuífero está gestionado por un único agente no hay problemas de externalidades.
- ✓ Dos canalizaciones de transporte con agentes activos: el acueducto del río Colorado y el de San Diego. Además, hay otras dos canalizaciones, pero funcionan de manera automática: las bombas del California Delta, donde se juntan los ríos Sacramento y San Joaquín, y los canales al sur del Delta.

La cantidad de transferencias de agua en California es demasiado poca como para poderse estimar las funciones de oferta y demanda a partir de ellas. En lugar de ello se usa un modelo econométrico de producción agrícola basado en el «Central Valley Production and Transfer Model» (CVPTM) según se describe por el Departamento de Interior (1997). En este modelo se pueden, por ejemplo, cambiar las cantidades de agua disponibles en una región particular y calcular el precio sombra del agua en esa región. De esta manera se pueden estimar funciones de demanda para cada agente. Howitt (1995a y 1995b) muestra que estos modelos son robustos y útiles para este tipo de simulaciones. En los experimentos se hace seguir a la oferta de agua un ciclo de 8 periodos con distintas cantidades de agua disponible, imitando la irregularidad de las precipitaciones y flujos de agua en la región.

El experimento así definido presenta tantos mercados como lugares en donde se termina consumiendo el agua, con un precio distinto para cada mercado definido por el mecanismo de doble subasta. Para adaptarse a las características propias del experimento, el mecanismo que vacía cada mercado resuelve el problema de programación lineal que mi-

nimiza el coste sujeto a que la oferta sea igual a la demanda y a que se cumplan las restricciones de cantidad mínima y máxima en los canales de transporte. Finalmente, debido a la relativa complejidad del experimento, se realizaron varias sesiones de entrenamiento y se descartaron para el experimento final a aquellos sujetos experimentales que peores resultados tuvieron en las sesiones previas.

El grado de eficiencia del mercado, medido como proporción del excedente obtenido respecto del excedente competitivo (el máximo posible), está en torno al 91%, lo que es un muy buen resultado, máxime cuando el modelo no es precisamente favorable a la competencia, puesto que el número de agentes es limitado y existe un monopolista en cada uno de los canales de transporte. De hecho, cuando se repite el experimento y se deja que en cada uno de esos canales haya dos agentes la eficiencia pasa al 94%. Para comprobar que los resultados son fruto de las acciones estratégicas de los agentes y no están sesgados por el diseño del experimento, los autores efectúan unas simulaciones donde un ordenador realiza pujas aleatoriamente con las que obtienen porcentajes de eficiencia entre el 0% y el 5%.

En cuanto al reparto del excedente, el problema principal se encuentra en el área de San Diego, que tiene menos conexiones para recibir agua, y que no llega a la mitad del excedente que podría tener en competencia. Sin embargo, cuando se permite la duplicación en el transporte, con un incremento del 3% en la cantidad y una disminución del 20% en el precio, se consigue que su excedente suba hasta ser el 84% del excedente en competencia.

El otro problema detectado en los experimentos es que el mercado no consigue ser suficientemente sensible a los cambios en la cantidad de agua disponible, lo que parece deberse a la alta varianza de las cantidades intercambiadas, que pueden ocultar a los agentes los cambios en la cantidad de agua total. Con todo, esta volatilidad disminuye con la experiencia de los sujetos y llega a desaparecer cuando se introduce competencia en el transporte.

DESREGULACIÓN ELÉCTRICA ¶

Hasta hace apenas un par de décadas gran parte de los llamados monopolios naturales se regulaban mediante la concesión de servicio o producción a una empresa, una estimación de sus costes y un precio político que permitiera unos beneficios normales sobre esos costes. Esto era así y, todavía lo es en muchos casos, en los sectores de las telecomunicaciones, electricidad y transporte aéreo, por poner tres ejemplos de los más conocidos. Los economistas, sin embargo, alertaban contra los problemas de este tipo de regulación, que no incentivan una adecuada adopción tecnológica ni un buen servicio al consumidor. Una de las primeras referencias explícitas sobre el tema en el sector eléctrico es el trabajo de Joskow y Schmalensee (1983). Es cierto que los ren-

dimientos de escala hacen técnicamente superior que algunas de estas actividades estén cubiertas por una única empresa, pero no lo es menos el que los beneficios de la competencia entre varias de ellas compense algunas duplicaciones en las inversiones fijas o de red. Bien por esta insistencia de los economistas o bien porque las nuevas tecnologías lo permiten más fácilmente, el caso es que la libre entrada y competencia en estos sectores ha reconducido la situación a una de oligopolio en la mayoría de los casos. No es competencia perfecta, pero es mejor que el monopolio.

Staropoli y Julien (2006) resumen el uso de la experimentación en el laboratorio para ayudar al diseño de mecanismos eficientes en el sector eléctrico y encuentran que hay dos grandes problemas para la puesta en marcha de una mayor competencia. El primero se refiere a la transición a la nueva arquitectura del mercado. Antes de la desregulación el sector está típicamente dominado por unas empresas que se reparten el mercado según regiones y que operan como monopolistas regulados dentro de ellas, y por un operador que coordina las decisiones de producción y de transporte según unos algoritmos dados por la regulación del sistema. La liberalización debe convertir este sistema en otro descentralizado de empresas que compiten entre sí y en el que el operador del sistema se basa en una lógica de mercado. El segundo problema se refiere a la manera en que debe diseñarse el mecanismo de casación entre ofertas y demandas, con los múltiples detalles que debe tener en cuenta. Sin experiencias previas y, por tanto, sin datos empíricos, la Economía experimental ha permitido comprobar las teorías, evaluar las nuevas propuestas y hacer otras.

Tal vez el primer caso de colaboración entre experimentalistas y reguladores ocurrió cuando en 1984 la Arizona Corporation Commission (ACC) solicitó un estudio sobre la desregulación eléctrica al grupo experimentalista de Vernon Smith. Rassenti y Smith (1986) describen estos estudios, guiados por dos preguntas principales: ¿es factible una desregulación? y ¿cómo se ven alterados los resultados si la demanda cobra un papel más activo? Tras realizar distintos experimentos, los autores concluyen con varias recomendaciones: separación de las actividades de producción, comercialización y transporte, uso de la subasta doble, y necesidad de incidir en la descentralización. La ACC tomó con mucha reticencia estas recomendaciones, seguramente por ser un sector dominado por una cultura ingenieril que no acababa de entender la nueva cultura de mercado. La contribución más importante de este primer trabajo es, probablemente, el énfasis en el papel activo de la demanda en un sector orientado a la oferta que consideraba un demanda rígida y que se centraba en las restricciones técnicas. La razón de este énfasis es similar a la observada en los experimentos sobre monopolios vistos en la sección sobre el monopolio. De hecho, en estudios posteriores, Rassenti *et al.* (2002) muestran cómo una demanda activa puede neutralizar situaciones de poder de mercado por parte de las empresas. Este mismo resultado se ha

corroborado en experimentos realizados por otros grupos de trabajo.

Una de las idiosincrasias del sector eléctrico la constituye el diseño de red, con sus limitaciones de transporte entre nodo y nodo. Por ejemplo, cuando hay una restricción de capacidad en una línea que conecta generadores con comercializadores, los productores pueden subir sus precios, de manera que los gestores de las líneas no se apropien del excedente y no tengan los incentivos adecuados para invertir en mayor capacidad. Backerman *et al.* (2000) realizan un experimento con cuatro distribuidores en un nodo central y tres generadores en un lado y cuatro en el otro unidos con el nodo central por sendas líneas. Cuando reducen la capacidad de una de ellas obtienen una verificación experimental de esta hipótesis. Encuentran, además, que cuando se introduce una subasta doble uniforme se aumenta la eficiencia del sistema, incidiendo en la importancia de tener una demanda activa.

En el poder de mercado en el sector eléctrico intervienen más componentes que la mera concentración. Debido a las restricciones de capacidad en las líneas, algunas empresas pueden inducir a propósito problemas de congestión según su localización si saben que, con alta probabilidad, serán llamadas a resolverlos porque el operador del sistema les pida aumentar la producción en otra parte de la red, lo que les permitirá poner precios altos. Zimmerman *et al.* (1999), diseñan una plataforma experimental (la *PowerWeb*) para simular estas situaciones y encuentran que, efectivamente, se da este comportamiento estratégico. A partir de ahí analizan cómo detectar los nodos susceptibles de presentar este problema y cómo hacerlo disminuir cuando aumentan el número y la capacidad de los generadores en estos nodos.

Los problemas para diseñar la subasta del mecanismo de casación comienzan cuando no es posible extender las propiedades ya conocidas de las subastas de producto único a subastas de múltiples productos. Las restricciones técnicas del sector eléctrico y sus procesos dinámicos de optimización hacen que las subastas deban ser del segundo tipo, con ofertas «en paquete» para producir en distintos momentos. Las propiedades de estas subastas no son bien conocidas, así que los análisis experimentales pueden ofrecer su ayuda. En particular, hay dos preguntas principales a las que responder. La primera se refiere a las diferencias entre subastas «a sobre cerrado» frente a las subastas con «pujas continuas». La segunda está relacionada con el precio que imponer según las ofertas y demandas, y debe comparar las subastas con precio homogéneo (todas las transacciones se realizan al mismo precio) con las subastas a precio diferenciado (donde las transacciones se van cerrando a precios distintos). Los trabajos de Bernard *et al.* (1998), Denton *et al.* (2001), Han y Van Boening (1990) y Olson *et al.* (2003) permiten decir que, en general, las subastas a sobre cerrado son más eficientes que las continuas y que las de precio homogéneo dan mejores resultados que las de pre-

cio diferenciado. La razón para esto último parece ser que la volatilidad en precios beneficia más al lado de la oferta en el reparto del excedente, y que esto afecta a la eficiencia global al limitar la disciplina que puede imponer el lado de la demanda.

MERCADOS DE FUTUROS ↓

La libre entrada en los mercados oligopolísticos mencionada en la sección anterior sobre la desregulación eléctrica hay que tomarla con un grano de sal. Estos sectores son muy grandes y las empresas presentes en ellos, también. Esto quiere decir que pocas empresas están en disposición de entrar y a eso hay que añadir los requerimientos que deben cumplir (capitalización, tecnología, ...) según el regulador. En algunos casos la liberalización ha reducido el número de empresas del sector, como el caso eléctrico español. Si bien es verdad que antes cada empresa era monopolista en su zona, mientras que ahora las que hay pueden competir entre sí. Los problemas técnicos y políticos para aumentar el número de empresas hacen que se preste atención a buscar alternativas a una mayor entrada. ¿Existe alguna manera de regular el oligopolio o de hacer competir a las empresas para que el resultado se acerque todavía más al de competencia?

En este contexto se entiende la posible importancia de los trabajos de Vila (1992) y de Alaz y Vila (1993), que muestran un modelo teórico en el que la introducción de un mercado de futuros en un oligopolio de Cournot consigue que las empresas compitan más y que el resultado tienda al competitivo a medida que el número de veces que se abre el mercado de futuros aumenta. La idea principal es como sigue: pongamos que hay solo dos empresas para competir en un mercado semanal que, para fijar ideas, tendrá lugar el viernes. Un mercado de futuros para esa demanda significa, en su versión más simple, que el lunes una empresa puede acordar con un comprador el precio y la cantidad que proveer el viernes. Esto puede ser beneficioso para ambas ya que pueden hacer sus planes durante la semana sin tener la incertidumbre del precio final. Ciertamente, el precio podrá ser superior o inferior al pactado y, en ese caso una de las dos habrá ganado y la otra perdido, pero esto puede compensar perfectamente por la eliminación de la incertidumbre.

Lo que encuentran Alaz y Vila es que hay todavía un efecto más en este mercado. Si una empresa entra el lunes en el mercado de futuros y la rival no entra, la cantidad vendida por la que ha entrado se restará de la demanda del viernes, de manera que cuando llegue ese día, la demanda que quede se la repartirán entre ambas. Es decir, la que entra en el mercado de futuros le quita mercado a la otra. Aunque las ventas sumadas de las dos empresas son mayores que en el caso sin mercado de futuros, y el precio menor, a la empresa que ha vendido a futuros le compensa la mayor cuota de mercado por la disminución del precio. Por supuesto, este razonamiento vale para la empresa rival y ambas terminan ven-

diendo a futuros y compitiendo en los dos mercados en lugar de uno solo y por la misma demanda. El resultado de esta especie de dilema del prisionero en que se ven involucradas las empresas es una mayor competencia.

Otros trabajos posteriores cuestionan la robustez del resultado. Si el número de veces que se abre el mercado de futuros es indefinido, es posible volver al resultado de Cournot e incluso al del monopolio (Ferreira, 2003). Si las empresas compiten en precios y no en cantidad, se obtiene la conclusión contraria (Mahenc y Salanie, 2004). Si la competencia es una situación que se repite cada periodo, el mercado de futuros permite la existencia de colusión a tasas de descuento más bajas (Liski y Montero, 2005).

Hay poca evidencia empírica sobre el efecto de la apertura de mercados de futuros. La única disponible se refiere al caso del sector eléctrico en Australia (Wolak, 2000), donde se documenta un efecto pro-competitivo. Sin embargo esta evidencia es parcial porque el uso de los mercados de futuros no es una decisión libre y estratégica en el mercado eléctrico, sino que el gobierno la incentiva de manera directa. Los modelos anteriores que ofrecen resultados no pro-competitivos no niegan que el uso del mercado de futuros favorezca la competencia, sino que las empresas logran evitar su uso si el diseño del mercado es distinto del de Alaz y Vila.

Los experimentos de laboratorio pueden ayudar a estudiar el problema. ¿Tiene la apertura de mercados de futuros efectos pro-competitivos? ¿es fácil evitar el exceso de competencia con algún acuerdo tácito? ¿qué diseño del mercado favorece una u otra actitud?

Los primeros resultados son favorables a las tesis de Alaz y Vila. El trabajo de Le Coq y Orzen (2006) reproduce experimentalmente su modelo teórico con un periodo de mercado de futuros y obtienen resultados muy semejantes a los teóricos. Siguiendo la tradición de muchos experimentos sobre mercados de Cournot, la demanda se automatiza según un programa de ordenador que computa la demanda en el mercado de futuros usando la regla de «no arbitraje». Según esta regla en ambos mercados debe prevalecer el mismo precio, puesto que si no, habría beneficios de arbitraje entre uno y otro. Una vez que ambos precios son iguales, el programa puede calcular el precio teórico de Cournot en la demanda residual tras las ventas en el mercado de futuros y aplicar ese precio a esas ventas.

Brandts *et al.* (2008) realizan un experimento con parámetros más adecuados a los del sector eléctrico (con costes crecientes, por ejemplo) y en el que la parte de la demanda está en manos de agentes activos. También encuentran resultados pro-competitivos.

Ferreira *et al.* (2010) realizan dos grupos de experimentos, uno siguiendo el modelo de Alaz y Vila, pero con dos periodos de apertura de mercados de futuros, y otro grupo con un número indefinido de apertu-

ras (semejante al de Ferreira, 2003). Para el primer grupo encuentran que, tanto en el caso de dos como en el de cuatro empresas, los sujetos experimentales se comportan de manera muy próxima a la teoría, no solo en las cantidades totales, sino en la manera en que estas se reparten entre los dos periodos de futuros y el mercado *spot* final. Así, si la cantidad teórica total de competencia perfecta es 100 y la de duopolio de Cournot sin mercado de futuros es 66.7, la apertura de dos periodos de futuros implica unas cantidades de 28,57 en cada uno de los dos periodos de mercado de futuro y también del mercado *spot*. Las cantidades observadas son 35,68; 22,3 y 27,58, respectivamente. La diferencia con las teóricas es todavía menor si tenemos en cuenta que una vez que se vendió 35,68 en el primero periodo de mercado de futuros, en el siguiente periodo la cantidad teórica no es 28,57; sino 25,73, más cerca de los 22,3 observados. Para el periodo *spot* la cantidad teórica dada la observación de los mercados anteriores es 28, también más cerca de los 27,58 observados. En el caso de cuatro empresas las cantidades teóricas ex. ante son 67,92; 22,64 y 7,55, mientras que las teóricas dado lo observado en el periodo anterior son 67,92; 19,6 y 6,82 y las observadas son 72,23; 19,24 y 8,38.

En los experimentos con un número indefinido de aperturas las cantidades totales son casi indistinguibles de las de competencia perfecta (98,8 para el duopolio y 103,22 para cuatro empresas). Además, la mayor parte de estas cantidades se comercia en los primeros periodos de apertura del mercado. Para el quinto periodo las cantidades son muy pequeñas y el precio, que ya en el primer periodo estaba muy por debajo del de Cournot, se acerca también al de competencia perfecta.

Con todo, los autores son cautos a la hora de concluir que los mercados de futuros son pro-competitivos. Falta mucho trabajo por hacer, no solo porque todavía hay otros modelos de mercado de futuros sin validación o refutación experimental y que podrían coincidir mejor con la realidad de estos mercados, sino también porque una de las extensiones más importantes es el saber cómo se comportan los sujetos experimentales que tienen experiencia en este mercado o cómo de dispuestos están a dejarse aconsejar por expertos y a seguir sus indicaciones. En los experimentos sobre mercados competitivos estas consideraciones no son importantes, pero en mercados donde los participantes son grandes empresas, la labor de consultoría es importante. El comportamiento de sujetos experimentales sin experiencia ni conocimiento de gestión puede no decir mucho acerca del comportamiento de las empresas en el mercado real.

CONCLUSIÓN ¶

A pesar de las primeras reticencias, la experimentación en Economía Industrial está encontrando su espacio y su reconocimiento, no solo dentro de la investigación académica, sino también en la ayuda que puede prestar a la política económica. Después

de mostrar su utilidad para evaluar los modelos teóricos ha podido simular y experimentar distintas alternativas al diseño de mecanismos económicos para su uso en procesos de descentralización. Sus aportaciones a las subastas para la adjudicación del espectro electromagnético en telefonía móvil, a la simulación de un mercado del agua y a los sistemas de casación en el sector eléctrico son ya parte de su legado. Los procesos de liberalización de estos sectores todavía están en sus inicios en todo el mundo, por lo que es de esperar que cada vez más países usen de estas técnicas experimentales para mejorar su diseño. Sería también deseable que el laboratorio se incorpore a otros sectores y otros mercados.

NOTAS ¶

- [1] Se pueden encontrar más detalles sobre la historia de estas subastas en Alexandrova y Northcott, (2009).

BIBLIOGRAFÍA ¶

- ALEXANDROVA, A. y NORTHCOTT, R. (2009): «Progress in Economics: Lessons from the spectrum auctions». En Kindcaid, H. y Ross, D. (eds.), *The Oxford Handbook of Philosophy and Economics*, Cap. 11, 306-336. Oxford University Press.
- ALLAZ, B. (1992): «Oligopoly, uncertainty and strategic forward transactions». *International Journal of Industrial Organization*, nº 10, pp. 297-308.
- ALLAZ, B. y VILA, J.L. (1993): «Cournot competition, forward markets and efficiency». *Journal of Economic Theory*, nº 59, pp. 1-16.
- BACKERMAN, S.R.; RASSENTI, S.J. y SMITH V.L. (2000): «Efficiency and income shares in high demand energy networks: Who receives the congestion rents when a line is constrained?» *Pacific Economic Review*, vol. 5, nº 3, pp. 331-347.
- BARREDA-TARRAZONA, I.; GARCÍA-GALLEGO, A.; GEORGANTZIS, N.; ANDALUZ, J. y GIL, A. (2011): «An experimental study of spatial competition with endogenous pricing». *International Journal of Industrial Organization*, nº 29, pp. 74-83.
- BERNARD, J.C.; MOUNT, T. y SCHULZE, W. (1998): «Alternative auction institutions for electric power markets». *Agricultural and Resources Economics Review*, vol. 27, nº 2, pp. 125-131.
- BRANDTS, J., PEZANIS-CHRISTOU, P. y SCHRAM, A. (2008): «Competition with forward contracts: A laboratory analysis motivated by electricity market design». *Economic Journal*, nº 118, pp. 192-214.
- BRAÑAS-GARZA, Pablo, ed. (2011): *Economía Experimental y del Comportamiento*, Antoni Bosch editor, Barcelona.
- BROWN-KRUSE, J. y SCHENK, D.J. (2000): «Location, cooperation and communication: An experimental examination». *International Journal of Industrial Organization*, nº 18, pp. 59-80.
- CHAMBERLIN, E.H. (1948): «An experimental imperfect market». *Journal of Political Economy*, nº 56, pp. 95-108.
- COASE, R.H. (1959): «The federal communications commission». *Journal of Law and Economics*, nº 2, pp. 1-40.
- COLLINS, R. y SHERSTYUK, K. (2000): «Spatial competition with three firms: An experimental study». *Economic Inquiry*, nº 38, pp. 73-94.
- COOPER, R.; DEJONG, D.V.; FORSYTHE R. y ROSS, T.W. (1991): *Cooperation Without Reputation. Working paper*, University of Iowa.
- COURSEY, D.; MARK ISAAC, R. y SMITH, V. (1984): «Natural monopoly and the contested markets: Some experimental results». *Journal of Law and Economics*, nº 27, pp. 91-113.
- DENTON, M.; RASSENTI, S.J. y SMITH, V.L. (2001): «Spot market mechanism design and competitiveness issues in electric power». *Journal of Economic Behavior and Organization*, nº 44, pp. 435-453.

- EASTER, K.W.; ROSEGRANT, M.W. y DINAR, A., eds. (1998): *Markets for Water: Potential and Performance*. Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers.
- FERREIRA, J.L. (2003): «Strategic interaction between futures and spot markets». *Journal of Economic Theory*, nº 108, pp. 141-151.
- FERREIRA, J.L., KUJAL, P. y RASSENTI, S. (2010). «Multiple openings of forward market: Experimental evidence». *Working Paper 10-23*, Economic Series, October 2010, Universidad Carlos III de Madrid.
- FOURAKER, L.E. y SIEGEL, S. (1963): *Bargaining Behavior*, McGraw Hill, New York.
- GARCÍA-GALLEGO, A. y GEORGANTZIS, N. (2001): «Multiproduct activity in an experimental differentiated oligopoly». *International Journal of Industrial Organization*, nº 19, pp. 493-518.
- GARCÍA-GALLEGO, A.; GEORGANTZIS, N. y KUJAL, P. (2008): «Experimental insights into the efficiency of alternative water management institutions», en Dinar, A.; Albiac, J. y Sánchez-Soriano J. (eds.), *Game Theory and Policymaking in Natural Resources and the Environment*, ed., 209-235, Routledge, Taylor & Francis Group, London/New York.
- HAHN, R.W. y VAN BOENING, M.V. (1990): «An experimental examination of spot markets for electricity». *The Economic Journal*, nº 100, pp. 1073-1094.
- HARRISON, G. W.; MCKEE, M. y RUTSTROM, E.E. (1989): «Experimental evaluation of institutions of monopoly restraint». Cap. 3 en Green, L. y Kagel, J. (eds.), *Advances in Behavioral Economics*, vol. 2, pp. 54-94, Ablex Press, Norwood.
- HOLT, C.A. (1995): «Industrial Organization: A survey of laboratory research», en Kagel, J.H. and Roth, A.E. (eds.), *The Handbook of Experimental Economics*, Princeton University Press, 349-443, Princeton.
- HOWITT, R.E. (1995a): «A calibration method for agricultural economic production models». *Journal of Agricultural Economics*, nº 46, pp. 147-159.
- HOWITT, R.E. (1995b): «Positive mathematical programming». *American Journal of Agricultural Economics*, nº 77, pp. 329-342.
- HUCK, S.; MÜLLER, W. y VRIEND, N.J. (200): «The East End, the West End, and King's Cross: On clustering in the four-player Hotelling game». *Economic Inquiry*, nº 40, pp. 231-240.
- JOSKOW, P.L. y SCHMALENSEE, R. (1983): *Markets for Power, An Analysis of Electrical Utility Deregulation*, The MIT Press.
- KELLY, F. (1995): «Laboratory subjects as multiproduct monopoly firms: An experimental investigation». *Journal of Economic Behavior and Organization*, nº 27, pp. 401-420.
- LE COQ, C. y ORZEN, H. (2006): «Do forward markets enhance competition?». *Journal of Economic Behavior and Organization*, nº 61, pp. 415-431.
- LISKI, M. y MONTERO, J.P. (2005): «Forward trading and collusion in oligopoly». *Journal of Economic Theory*, nº 131, pp. 212-230.
- MAHENC, P. y SALANIE, F. (2004): «Softening competition through forward trading». *Journal of Economic Theory*, nº 116, pp. 282-293.
- MCAFEE, R.P. y MCMILLAN J. (1996): «Analyzing the airwaves auction». *Journal of Economic Perspectives*, vol. 10, nº 1, pp. 159-1.
- MURPHY, J.J.; DINAR, A.; HOWITT, R.E.; RASSENTI, S.J. y SMITH, V.L. (2000): «The design of "smart" water market institutions using laboratory experiments». *Environmental and Resource Economics*, vol. 17, nº 4, pp. 375-394.
- NORMANN, H.-T. y RUFFLE, B. (2011): Introduction to the special issue on experiments in Industrial Organization. *International Journal of Industrial Organization*, nº 29, pp. 1-3.
- OLSON, M.A.; RASSENTI S.J.; SMITH, V.L. y RIGDON, M.L. (2003): «Market design and motivated human trading behavior in electricity markets». *Institute of Industrial Engineering Transactions*, vol. 35, nº 9, pp. 833-849.
- PLOTT, C.R. (1989): «An updated review of industrial organization: Applications of experimental methods». Chapter 19 Pages 1109-1176 en *Handbook of Industrial Organization*, Volume II, Editado por R. Schmalensee y R.D. Willig.
- PLOTT, C.R. (1997): «Laboratory experimental testbeds: Application to the PCS Auction». *Journal of Economics and Management Strategy*, vol. 6, nº 3, pp. 605-638.
- PORTER, R. H. (1991): «A review essay on Handbook of Industrial Organization». *Journal of Economic Literature*, nº 29, pp. 553-72.
- RASSENTI, S.J., y SMITH, V.L. (1986): «Electric utility deregulation», en *Pricing Electric, Gas and Telecommunication Services*, The Institute for the Study of Regulation.
- RASSENTI, S.J.; SMITH V.L. y WILSON, B.J. (2002): «Using experiment to inform the privatization/deregulation movement in electricity.» *Cato Journal*, vol. 21, nº 3, pp. 515-544.
- SELTEN, R. y STOECKER, R. (1986): «End behavior in sequences of finite prisoner's dilemma supergames: A learning theory approach.» *Journal of Economic Behavior and Organization*, nº 7, pp. 47-70.
- SMITH, V.L. (1962): «An experimental study of competitive market behavior.» *Journal of Political Economy*, nº 70, pp. 111-137.
- SMITH, V.L. (1981): «An empirical study of decentralized institutions of monopoly restraint», en Horwich, G. y Quirk, J.P. (eds.), *Essays in contemporary fields of economics in honor of Emanuel T. Weiler (1914-1979)*, Purdue University Press, West Lafayette, Indiana.
- STAROPOLI, C. y JULLIEN, C. (2006): «Using laboratory experiments to design efficient market institutions: The case of wholesale electricity markets». *Annals of Public and Cooperative Economics*, vol. 77, nº 4, pp. 555-577.
- STOECKER, R. (1980): Experimentelle Untersuchung des Entscheidungsverhaltens im Bertrand-Oligopol. *Wirtschaftstheoretische Entscheidungsforschung*, 4, Universität Bielefeld, Bielefeld: Pfeffersche Buchhandlung Bielefeld.
- U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR (1997): *Central Valley Project Improvement Act Draft Programmatic Environmental Impact Statement, Technical Appendix*, vol. 8, U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation.
- WOLAK, F. (2000): «An empirical analysis of the impact of hedge contracts on binding behaviour in competitive electricity markets». *International Economic Journal*, nº 14, pp. 1-39.
- ZIMMERMAN, R.D.; BERNARD, J.C.; THOMAS R.J. y SCHULZE W. (1999): Energy auctions and market power: An experimental examination. *Proceedings of the 32nd Hawaii International Conference on System Sciences*.

