Una introducción a los juegos en dos etapas o por qué Hernan Cortés quemó sus naves y salió ganando con ello

Luis C. Corchón
Departamento de Fundamentos del Análisis Económico e Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas
Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Alicante. Alicante.

Una versión preliminar de este trabajo se benefició enormemente de los comentarios de C. Herrero, I. Ortuño, J. Padilla, J. Silva y A. Villar. El autor desea agradecer a la DGICYT (proyecto PB 88 - 0289) su apoyo a la realización de este artículo. Algunos de los resultados que aquí aparecen fueron obtenidos en un trabajo conjunto con José Silva. Todo error u omisión es de mi exclusiva responsabilidad.

Lan honetan, informazio osoz eta bi etapetako jokoen teoria azalduzko marko orokorra aurkeztu nahi dugu, erreferentzia moduan baliagarri izango duguna. Geroago, merkatuen teoriari datxezkion aplikazio sail bat aztertuko dugu. Ondoren, errebelazio jokok hartuko ditugu ardatz. Joko hauen barruan, eskuordetze jokoak ditugu kasu garrantzitsu bat. Horrez gero, konpromezu jokoak aztertuko ditugu, sarrerari aurre hartzezko teoriak hartuko ditugula, bereziki, ardatz. Azkenik, ikuspegi honen baliagarritasunari buruzko ondoriak azalduko ditugu.

En este trabajo, nos proponemos presentar un marco descriptivo general de la teoría de los juegos en dos etapas con información completa, que nos servirá como referencia. Más tarde pasaremos revista a una serie de aplicaciones relacionadas con la teoría de los mercados. A continuación, nos centraremos en los juegos de revelación. Un caso importante, dentro de estos juegos, son los llamados juegos de delegación. Posteriormente, estudiaremos el caso de los juegos de compromiso, centrándonos particularmente en las teorías de la prevención de la entrada. Finalmente, expondremos nuestras conclusiones sobre la validez de este enfoque.

1. INTRODUCCION

La teoría de los juegos se define a veces como una extensión de la teoría clásica de la decisión a situaciones donde varios agentes escogen sus acciones para optimizar sus preferencias sobre los estados sociales, suponiéndose éstos unívocamente determinados por las acciones de los agentes. Esta concepción enfatiza el elemento diferenciador de la teoría de juegos sobre la de la decisión, que es el de abordar situaciones de interdependencia y conflicto.

El concepto básico de solución de los juegos no cooperativos es el de equilibrio de Nash: Decimos que un vector de acciones es un equilibrio de Nash si cada agente no puede encontrar una acción factible que le consiga un estado social que considera más satisfactorio dadas las acciones de los demás. En otras palabras, cada agente toma como parámetro las acciones del resto y optimiza sus preferencias. Por lo tanto para cada agente el problema de la elección óptima se convierte en un problema clásico de decisión.

Una consecuencia de la teoría de la decisión individual –íntimamente conectada con nociones tales como preferencia revelada, independencia de las alternativas irrelevantes, etc.– que aquí llamaremos la *intuición básica de la decisión individual*, es que los individuos no tendrán incentivos a reducir el conjunto de estrategias que le son posibles ya que nada pueden ganar con ello. Una prueba de la importancia de tal consecuencia es la cantidad –y calidad– de proposiciones que pueden probarse a partir de las nociones similares reseñadas anteriormente (1).

Creo que fue Schelling (1960) el primero que dirigió nuestra atención a ciertos ejemplos que eran difícilmente compatibles con la intuición reseñada en el párrafo anterior, a saber que una persona delegando su estrategia en otro jugador, o destruyendo parte de sus oportunidades, o convenciendo al resto de que tomará una determinada estrategia –que puede estar dominada–, puede alcanzar mejores resultados que si jugara la estrategia correspondiente a un equilibrio de Nash. En otras palabras, el hecho de que los agentes se mueven en un contexto interdependiente implica que la intuición básica de la teoría de la decisión individual deja de cumplirse.

El siguiente ejemplo puede tomarse como ilustrativo de las dificultades antes señaladas. En el cuadro 1 se muestra un juego entre dos personas con dos estrategias. El único equilibrio de Nash es (α_1, β_1) con unos pagos de (5, 5). Nótese que la estrategia α_2 está estrictamente dominada para el jugador 1. Supongamos ahora que este jugador puede convencer al jugador 2 que nunca utilizará la estrategia α_1. Por ejemplo 1 puede delegar su elección en otro jugador que sólo sabe o puede escoger la estrategia α_2, o destruir los medios materiales que le permitan escoger α_1, o firmar un contrato ante notario en el que se compromete a realizar pagos arbitrariamente grandes en el caso en que juegue α_1, etc. En tal caso el jugador 2 escogerá β_2 y el jugador 1 obtendrá un pago de 6, mayor que el que obtendría en el equilibrio de Nash. Por tanto el compromiso en firme del jugador 1 de jugar una estrategia estrictamente dominada da lugar a un pago mayor para este jugador (2).

(1) Hagamos notar de pasada que la preferencia revelada puede constituirse en fundamento de la elección racional.

(2) Los economistas no deberían sorprenderse mucho del ejemplo anterior. Como veremos más tarde, la solución de «líder-seguidor» propuesta por Stackelberg en los años treinta podría interpretarse de la siguiente manera: Si una empresa puede comprometerse creíblemente a producir el output correspondiente al equilibrio de Stackelberg cuando ella es líder, el equilibrio de Cournot (Nash) deja de tener validez. Sólo el hecho de que la acción descartada domine estrictamente a la única restante aporta algo nuevo a lo que ya sabíamos.

CUADRO 1

	β_1	β_2
α_1	5 , 5	10 , 4
α_2	4 , - 5	6 , 0

Durante cierto tiempo ejemplos como el que hemos presentado (3) fueron tomados como indicativos de alguna dificultad fundamental con la noción de equilibrio de Nash, equivalentes en algún sentido a las paradojas que suelen encontrarse en otras ramas de la matemática. Sin embargo en este caso la –aparente– paradoja se disolvió como por ensalmo al considerar que las consideraciones introducidas por Schelling cambiaban de forma sutil el juego considerado. En particular puede suponerse que éste se juega en dos etapas y que de alguna manera el jugador 1 podría comprometerse creíblemente a jugar la estrategia α_2 (4). En otras palabras, la teoría de los juegos estáticos no puede ser aplicada a situaciones donde las acciones pre-juego van más allá de la mera comunicación de intenciones (el llamado *cheap talk*). El hecho de que el juego tenga varias etapas introduce consideraciones que cambian de una manera fundamental la naturaleza del problema.

Por otra parte los juegos en dos etapas modelizan de manera muy natural muchas situaciones económicas en las que las empresas realizan tanto acciones irreversibles (o al menos difíciles de cambiar a corto plazo) como otras de naturaleza más flexible. Ejemplos de la primeras incluyen la calidad del producto o la localización, mientras que las segundas pueden ser el precio o la cantidad de producto.

En este trabajo nos proponemos presentar un marco descriptivo general de la teoría de los juegos en dos etapas con información completa que nos servirá como referencia (ver Sección 2). Más tarde pasaremos revista a una serie de aplicaciones relacionadas con la teoría de los mercados. En la Sección 3 nos centraremos en los juegos de revelación. Un caso importante dentro de estos juegos son los llamados juegos de delegación. En la Sección 4 estudiaremos el caso de los juegos de compromiso centrándonos particularmente en las teorías de la previsión de la entrada. Por último la Sección 5 se dedicará a exponer nuestras conclusiones sobre la validez de este enfoque. El propósito del trabajo no es el de ofrecer una panorámica general de las aplicaciones de los juegos de dos etapas a la teoría de los mercados sino el de presentar una estructura común y algunos casos particulares que son especialmente relevantes.

(3) Se deja al lector la tarea de interpretar el juego descrito en el cuadro 1 en términos de la decisión de Hernán Cortés citada en el título de este trabajo (puede suponerse que Hernán Cortés no tiene soldados aparte de él mismo y que el otro jugador es Moctezuma y sus estrategias son luchar con o sin entusiasmo).

(4) Hagamos notar que la dificultad notada por Aumann (1985, 1986) con el concepto del núcleo es de naturaleza análoga.

2. UN ESQUEMA GENERAL DE LOS JUEGOS EN DOS ETAPAS

En esta Sección expondremos un marco general en el que tratar los juegos en dos etapas. Supondremos que hay $n > 1$ jugadores. Denotaremos por t_i una estrategia del jugador iésimo que puede ser jugada en el primer período y que puede ser interpretada como su *tipo*. El conjunto de estrategias para este jugador en el primer período será denotado por T_i. Sea s_i una estrategia del jugador i en el segundo período, y S_i el conjunto correspondiente de estrategias para i. Si alguna empresa no puede realizar ninguna acción en algún período seguiremos la convención de suponer que su conjunto de oportunidades en este período sólo contiene el elemento cero. Denotemos por $s = (s_1,...,s_n)$, y por $t = (t_1,...,t_n)$. Por último definamos

$$T = \bigtimes_{i=1}^{n} T_i \quad \text{y} \quad S = \bigtimes_{i=1}^{n} S_i$$

El jugador iésimo tiene una función de pago que denotaremos por

$$u_i = u_i\,(s\,,\,t)$$

La estructura del juego es como sigue. En el primer período cada jugador, digamos i, decide independiente, simultánea e irreversiblemente acerca de t_i. En el segundo período, conociendo las elecciones realizadas por todos los jugadores en el período anterior, cada jugador decide en las mismas condiciones que en la etapa anterior acerca de su s_i correspondiente. Supondremos en todo momento que existe información completa.

En este tipo de juegos aparece como algo muy natural el que los jugadores vinculen sus elecciones en el segundo período a lo que haya ocurrido en el primero. Por tanto el conjunto de estrategias admisibles para i debe incluir a T_i y a todas las funciones $\mathcal{F}_i : T \rightarrow S_i$. Estas funciones pueden ser interpretadas como amenazas del tipo «si en el primer período ocurre t, entonces en el segundo período escogeré s_i»

Este planteamiento, sin embargo, omite el problema de la credibilidad de las estrategias $\varnothing_i\,(\;)$. En efecto puede haber amenazas que, de ser cumplidas, sean enormemente dañinas para quien las lanza. Por tanto si los jugadores son racionales anticiparán que tales amenazas no se cumplirán. Este es el llamado problema de la *perfección de los equilibrios de Nash* y se resuelve considerando que sólo algunas funciones son admisibles.

Supongamos que dado un $t \in T$ arbitrario, el Equilibrio de Nash en el segundo período es único, esto es, existe un solo s^* tal que $\forall i = 1,...,n$

$$u_i\,(t\,,\,s^*) \geqslant u_i\,(t\,,\,s^*_{-i}\,,\,s_i) \quad \forall s_i \in S_i$$

Sea $\varnothing(\,)$ la función que asocia a cada $t \in T$ el (único) vector de estrategias que es un Equilibrio de Nash en el segundo período, esto es

$$\varnothing(\,): T \rightarrow S \qquad\qquad s = \varnothing(t)$$

Entonces las estrategias disponibles para el jugador i incluyen todos los pares (t_i, s_i) tales que $s_i = \varnothing_i(t)$. Nótese que una vez que se ha decidido acerca de la estrategia del primer período, la elección en el segundo período es automática. En este sentido, como veremos más tarde, los juegos en dos etapas pueden reducirse formalmente a un juego en una etapa donde los agentes escogen su tipo (recuérdese sin embargo que las *propiedades cualitativas* de ambos juegos son distintas ya que la elección del tipo tiene un efecto estratégico sobre la segunda parte del juego).

Ahora distinguiremos dos casos:

1) *Juegos de revelación,* en los que la elección del tipo afecta sólo a la utilidad en el segundo período del juego. La interpretación de estos juegos es que en el primer período los jugadores anuncian su tipo –que aquí puede interpretarse como unos parámetros que determinan su función de utilidad– comprometiéndose en el segundo período a jugar de acuerdo al tipo anunciado. Un ejemplo de este caso puede ser una subasta pública en la que en el primer período, el gobierno concede una licencia a la empresa que anuncie menores costes. En el segundo período la empresa ha de producir con su verdadera tecnología a los precios acordados en el primer período.

2) *Juegos de compromiso* en los que el tipo afecta tanto a la primera como a la segunda etapa. Por lo tanto la elección del tipo óptimo habrá de tener en cuenta el impacto de éste en la utilidad de la empresa en las dos etapas del juego. Un ejemplo de este caso puede ser un juego en el que las empresas deciden primero la calidad de su producto y en la segunda etapa su precio. En términos formales tenemos

Definición 1: $(t_1^*,\ldots, t_n^*)$ *es un Equilibrio de Nash perfecto en un juego de revelación si* $\forall i = 1,\ldots,n$,

$$u_i\left[\varnothing\,(t^*)\right] \geqslant u_i\left[\varnothing\,(t_{-i}^*, t_i)\right] \quad \forall t_i \in T_i$$

La interpretación es que los jugadores pueden comportarse (quizá delegando sus estrategias) en el segundo período como si fueran de un determinado tipo (pensemos en una función de utilidad), pero evalúan ésto a la luz de su verdadera función de utilidad.

Definición 2: $(t_1^*,\ldots, t_n^*)$ *es un Equilibrio de Nash perfecto en un juego de compromiso si* $\forall i = 1,\ldots,n$,

$$u_i\left[\varnothing\,(t^*),\, t^*\right] \geqslant u_i\left[\,\varnothing\,(t_{-i}^*, t_i),\, t_{-i}^*, t_i\right] \quad \forall t_i \in T_i$$

La interpretación es que el tipo al que pertenece cada jugador puede cambiarse a voluntad dentro de los tipos a priori factibles.

Nótese que, como dijimos antes, en ambos casos la función de utilidad puede reescribirse como dependiendo solamente de t. En este sentido los juegos en dos etapas no presentan diferencia formal alguna con los juegos de una sola etapa excepto que la cuasiconcavidad con respecto al tipo no está garantizada. Sin embargo, las propiedades de ambos tipos de juegos son muy distintas, como ya se hizo notar en la introducción. Esto es debido a que una variación en t no sólo tiene efecto sobre la primera etapa del juego (lo que podríamos llamar el efecto táctico) sino también sobre la segunda etapa (efecto estratégico), y bien puede ocurrir que el segundo efecto domine al primero.

En ambas clases de juegos es importante especificar por qué las estrategias escogidas en el primer período no pueden cambiarse en el segundo (esto es, el problema del *compromiso*). Tales consideraciones dependerán en gran medida del juego considerado, pero a grandes rasgos podemos indicar que las causas fundamentales son: En los juegos de revelación, la intervención del estado, la existencia de incertidumbre (que en este trabajo no hemos considerado) o la delegación irreversible y en los juegos de compromiso la asimetría entre decisiones a corto (producción, precios) y a largo plazo (inversión, calidad del producto, localización).

3. APLICACIONES: JUEGOS DE REVELACION

En esta Sección revisaremos la literatura referente al caso en el que las empresas pueden anunciar un tipo y comprometerse creíblemente a que se comportarán como él en la segunda etapa del juego, a pesar de que su verdadero tipo no varía a lo largo del juego. Casos particulares de este problema son:

1. Esquemas de incentivos para managers (delegación). Supongamos que el propietario de una empresa está interesado sólo en sus beneficios pero puede, a través de esquemas de incentivos para los gestores, hacer que su empresa se comporte como si maximizara otra cosa: una combinación lineal de beneficios y ventas (Fershtman-Judd (1987), Sklivas (1987)), o de beneficio y output (Vickers (1985)) o de sus beneficios y los de los rivales (Salas (1990)). También puede considerarse el caso en que el propietario tenga intereses en dos empresas en el mismo sector (Macho-Stadler-Verdier (1989)). En la primera etapa los propietarios deciden el esquema de incentivos y en la segunda etapa los managers deciden la cantidad a producir maximizando el esquema recibido. Estos trabajos pretenden explicar la separación entre la propiedad y el control y –como consecuencia– el que las empresas no maximicen beneficios.

2. Expectativas razonables. En la primera etapa las empresas anuncian sus expectativas acerca de las funciones de demanda y/o de costes y en la segunda etapa maximizan sus beneficios comportándose como si creyeran que las expectativas anunciadas son las correctas (Corchón-Silva (1989)).

3. Intervención del gobierno. En la primera etapa las empresas anuncian su tecnología al planificador y en la segunda maximizan sus beneficios comportándose como si su tecnología fuera la anunciada. Este mecanismo se

denomina «pretender pero cumplir» (Alkan-Sertel (1981), Koray-Sertel (1988)).

4. Equilibrio en funciones de oferta (contratos). En la primera etapa las empresas anuncian el tipo de contrato que ofrecen a los consumidores. Este puede incluir solamente la opción de contrato de precio o el de cantidad (Singh-Vives (1984)) o en general el de una función de oferta (Grossman (1981), Klemperer-Meyer (1989)). Alternativamente se puede suponer que las empresas anuncian una función de reacción. Por lo tanto en este caso, en general, el espacio de tipos admisibles es un espacio funcional. En el segundo período las empresas determinan su producción de tal manera que el precio vacíe el mercado y las empresas se sitúan sobre sus funciones de oferta.

Ln estos casos los resultados obtenidos por diversos autores apuntan que

a) En el caso en que t_i –que puede interpretarse como el peso dado a dos funciones objetivo alternativas como los beneficios y las ventas– y s_i –que puede ser interpretado como el precio o el output– sean parámetros unidimensionales, si todas las estrategias en el segundo período son sustitutos (respectivamente complementos) estratégicos (5) (ver Bulow-Geanakoplos-Klemperer (1985)) las empresas anunciarán un t_i mayor (resp. menor) que el verdadero, esto es, se comportarán de manera optimista (resp. pesimista) (ver Fershtman-Judd (1987), Alkan-Sertel (1981), Sklivas (1987)), Vickers (1985), Salas (1990), y Macho-Stadler-Verdier (1989)).

b) En el caso en que T_i sea un espacio que contenga todas las funciones de utilidad, entonces virtualmente cualquier par de estrategias es de equilibrio (Boyer-Moreaux (1983), Hart (1985), Kalai-Fershtman-Judd (1985), Koray-Sertel (1988). Si existe incertidumbre este resultado no es necesariamente cierto, ver Klemperer-Meyer (1989)).

En esta sección daremos pruebas generales de **a)**, **b)** y otros resultados relacionados, basadas en Corchón-Silva (1989) y Corchón (1990). El modelo que utilizaremos es una generalización del modelo de Cournot. A lo largo de toda esta Sección supondremos lo siguiente:

Supuesto 0: *El conjunto de estrategias en el segundo período para cualquier empresa, es un subconjunto de* R *compacto y convexo.*

Interpretaremos una estrategia en el segundo período como un output (sustitutos estratégicos) o un precio (complementos estratégicos).

Definiremos

$$\mathcal{s} = \sum_{j=1}^{n} s_j$$

En el caso de los sustitutos (respectivamente complementos) estratégicos podemos interpretar $\mathcal{s}$ como el output agregado (resp. en nivel de precios).

Supuesto 1: $u_i = u_i(s_i, \mathcal{s}, t_i)$ *es de clase* $\mathcal{C}^2$. $T_i \subseteq R$.

Este supuesto implica dos tipos de simplificaciones. Por una parte se supone que las estrategias de las otras empresas entran de forma aditiva en

(5) Sustitutos (respectivamente complementos) estratégicos se refiere a que un aumento en el valor de las estrategias de los otros agentes induce un decremento (resp. incremento) en el valor de la estrategia de un agente.

la función de utilidad de todos los agentes. Por otra parte el tipo se supone un número real. En lo que sigue será importante distinguir entre el tipo anunciado (que denotaremos por t_i) y el tipo real (que denotaremos por $\hat{t}_i$).

Escribiremos la condición de primer orden de un equilibrio de Nash (interior) en el segundo período como:

$$\frac{\partial u_i}{\partial s_i} + \frac{\partial u_i}{\partial \mathscr{S}} \equiv R_i(s_i, \mathscr{S}, t_i) = 0$$

Ahora realizaremos un supuesto equivalente a que las estrategias en el segundo período son sustitutos estratégicos.

Supuesto 2: *$R_i(s_i, \mathscr{S}, t_i)$ es estrictamente decreciente en $\mathscr{S}$ tomando s_i como constante y en s_i tomando $\mathscr{S}$ como dado.*

El siguiente supuesto es una generalización de la idea de que la función inversa de demanda es decreciente.

Supuesto 3: *$u_i(s_i, \mathscr{S}, t_i)$ es estrictamente decreciente en $\mathscr{S}$ dado s_i*

Supuesto 4: *Los equilibrios de Nash en el segundo período (que denotaremos por EN), si existen, son interiores. Esto es, $s_i^* \in$ int. S_i $\forall i = 1,...,n$.*

El supuesto 4 es puramente simplificador.

Supuesto 5: *$R_i(\ )$ es estrictamente creciente en t_i.*

Bajo este supuesto podemos decir que aumentos de t_i corresponden a desplazamientos hacia la derecha de la utilidad marginal correspondiendo tales aumentos a mejoras en las condiciones a las que se enfrenta la empresa i. En otras palabras t_i puede interpretarse como un índice de agresividad de la empresa en el segundo período ya que ésta tenderá a producir más, dado el output de sus competidores cuanto mayor sea t_i. Entonces tenemos

Lema 1: *Bajo 1 y 2 existe en EN $\forall t \in T$ (ver Corchón (1990) Teorema 1).*

Lema 2: *Bajo 1, 2 y 4 el EN es único (ver Corchón (1990) Teorema 2)*

Lema 3: *Bajo 1, 2, 4 y 5 un incremento de t_i hace aumentar el output de i y disminuye el output de todos sus competidores (ver Corchón (1990) Teorema 6).*

Lema 4: *Bajo 1, 2, 3, 4 y 5 $\o(t)$ es de clase $\mathscr{C}^1$ en cualquier entorno de t (ver Corchón-Silva Teorema 2)*

Ahora estamos preparados para probar lo siguiente

Proposición 1: Bajo los supuestos 1-5, si el equilibrio perfecto de Nash es interior, $t_i^* > \hat{t}_i$.
Prueba: La condición de primer orden de un equilibrio perfecto de Nash es

$$R_i(s_i^*, \mathscr{S}^*, \hat{t}_i) \frac{\partial \o_i(t)}{\partial t_i} + \frac{\partial u_i}{\partial \mathscr{S}} \left(\sum_{j \neq i} \frac{\partial \o_j(t^*)}{\partial t_i} \right) = 0$$

y dado el supuesto 3 y el resultado obtenido en el lema 3 tenemos que $R_i\,(s_i^*, s^*, t_i) < 0 = R_i\,(s_i^*, \mathscr{s}^*, t_i^*)$. *Por tanto el supuesto 5 implica el resultado. Para ver los efectos que la manipulación de t tiene sobre la asignación de recursos definiremos el concepto de un equilibrio de Nash sincero en el segundo período. Este equilibrio corresponde al de Cournot (resp. Bertrand) si las estrategias son las cantidades (resp. precios).*

Definición 3: Una lista de estrategias en el segundo período $(s_1', \ldots, s_n')$ *es un equilibrio de Nash sincero en la segunda etapa si* $\forall i = 1, \ldots, n$

$$u_i\,(\mathrm{t}_i\,, \mathrm{s}') \geqslant u_i\,(\mathrm{t}_i\,, \mathrm{s}_{-i}'\,, \mathrm{s}_i) \quad \forall \mathrm{s}_i \in \mathrm{S}_i$$

Entonces tenemos

Proposición 2: Bajo los supuestos 1-5 el output total correspondiente al equilibrio de Nash sincero en la segunda etapa es menor que el correspondiente al equilibrio de Nash perfecto en el juego de revelación.

Prueba: Ya que $R_i\,(s_i^*, \mathscr{s}^*, \hat{t}_i) < 0 = R_i\,(s_i', \mathscr{s}', t_i)$ *si* $\mathscr{s}' \geqslant \mathscr{s}^*$ *el supuesto 2 implicaría que* $s_i' < s_i^* \quad \forall i = 1, \ldots, n$ *lo que contradiría la definición de* $\mathscr{s}$.

La proposición 2 implica que la manipulación mejora el bienestar social (medido como la suma de los excedentes del productor y el consumidor). Asimismo si las empresas son todas idénticas y el equilibrio es simétrico la producción de cada empresa ha de aumentar si se permite manipulación. Esta es la intuición básica detrás del mecanismo «Pretender pero cumplir» propuesto por Alkan-Sertel-Koray. Estudiemos ahora el caso en que las estrategias en el segundo período son complementos estratégicos. Para ello supondremos

Supuesto 2': $R_i\,(s_i\,, \mathscr{s}, t_i)$ *es estrictamente creciente en* $\mathscr{s}$ *tomando* s_i *como constante y estrictamente decreciente en* s_i *tomando* $\mathscr{s}$ *como dado.*

Supuesto 3': $u_i\,(\mathrm{s}_i\,, \mathscr{s}, \mathrm{t}_i)$ *es estrictamente creciente en* $\mathscr{s}$ *dado* s_i

Estos supuestos implican que un incremento de los precios de los competidores aumenta la utilidad total y marginal. Entonces tenemos

Proposición 3: Bajo los supuestos 1, 2', 3', 4 y 5, $\hat{t}_i > t_i^*$.

Prueba: Virtualmente idéntica a la de la Proposición 1. En primer lugar es posible probar que s_i *es estrictamente decreciente en* t_i, *y estrictamente creciente en* $t_j \quad \forall j \neq i$. *Por último un razonamiento análogo al del final de la prueba de la Proposición 1 establece el resultado.*

Proposición 4: Bajo los supuestos 1, 2', 3', 4 y 5, el nivel de precios correspondiente al equilibrio de Nash sincero en la segunda etapa es mayor que el correspondiente al equilibrio de Nash perfecto en el juego de revelación.

Prueba: Idéntica a la de la Proposición 3.

La consecuencia más importante de las dos Proposiciones anteriores es que si la competencia es en precios la manipulación tendrá el efecto de elevarlos. Por tanto el mecanismo de «Pretender pero cumplir» tendría efectos contraproducentes.

Las Proposiciones anteriores dependen esencialmente de que T_i es un espacio Euclídeo unidimensional. La siguiente Proposición se refiere al caso polar en el que el espacio de los tipos puede incluir cualquier tipo imaginable (y por tanto T_i es un espacio funcional) y $S_i \subset R^m$. Hagamos notar sin embargo que el supuesto de que el espacio de tipos debe contener a cualquier tipo concebible puede ser relajado considerablemente.

Denotemos por 0 el nivel de utilidad que una empresa se puede garantizar con independencia de las estrategias de sus competidores. Si por ejemplo la utilidad son los beneficios o las ventas este nivel de utilidad se alcanzará en general cuando la empresa esté inactiva. Ahora definamos la función de mejor respuesta de una empresa en el segundo período.

Definición 4: La correspondencia de mejor respuesta de la empresa i en la segunda etapa del juego $f_i\ (s_{-i}, t_i)$ se define como

$$f_i\ (s_{-i}, t_i) = \{\ s_i \in S_i / u_i\ (s_i, s_{-i}, t_i) \geqslant u_i\ (s_i', s_{-i}, t_i) \quad \forall s_i' \in S_i\ \}$$

El siguiente lema nos será muy útil en la prueba de la Proposición 5.

Lema 5: *Sea $f_i\ (s_{-i}, t_i)$ una función arbitraria. Entonces existe una función de utilidad u_i ( ) tal que $f_i\ (s_{-i}, t_i)$ es la función de mejor respuesta generada por esa función de utilidad en la segunda etapa del juego.*

Prueba: Sea $u_i\ (s, t) = s_i . f_i\ (s_{-i}, t_i) - s_i^2 / 2$. Entonces es fácil comprobar que la maximización de esa función con respecto a s_i genera $f_i\ (s_{-i}, t_i)$.

Supondremos lo siguiente

Supuesto 6: $\forall s_{-i}, \quad \exists p_i$ *tal que* $u_j\ (\hat{t}_i, s_{-i}, p_i) \leqslant 0 \ \ \forall j = 1,...,n.$

El supuesto 6 implica la existencia de una estrategia de castigo tal que si es usada por la empresa i en el segundo período ninguna empresa podrá alcanzar un nivel de utilidad mayor que el que se puede garantizar. Tal estrategia puede interpretarse como precio cero o una cantidad producida arbitrariamente grande. Ahora probaremos

Proposición 5: Sea $\bar{s} = (\bar{s}_1,...\bar{s}_n)$ tal que $u_i\ (\hat{t}, \bar{s}) \geqslant 0 \quad \forall i = 1,...,n$. Si T_i contiene a todos los tipos posibles, y el supuesto 6 se cumple,

a) $\exists\, t$ *tal que* $\bar{s} = \varnothing(t)$ *y*

b) $u_i\Big[\ \varnothing\ (t)\Big] \geqslant u_i\Big[\ \varnothing\ (t_{-i}, t_i')\Big] \forall\, t_i' \in T_i, \ \ \forall i = 1,...,n$, *esto es t es un equilibrio de Nash Perfecto en el juego de revelación.*

Prueba: Definamos la función $f = (f_1, ..., f_n) \quad \forall i = 1,...,n$, como

$$f_i\ (\bar{s}_{-i}, t_i) = \bar{s}_i$$

$$f_i\ (p_{-i}, t_i) = \bar{s}_i$$

$$f_i\ (s_{-i}, t_i) = p_i \text{ \textit{en cualquier otro caso}}$$

Es claro que $\bar{s}$ es el único punto fijo de f. Por otra parte el Lema 5 implica que hay una función de utilidad tal que f es una función de mejor respuesta por lo que la primera parte de la Proposición está probada.

Para probar la última parte, arguyamos por contradicción. Supongamos que existiera un t'_i tal que $u_i\left[\varnothing(t_{-i}, t'_i)\right] > u_i\left[\varnothing(t)\right]$. Sea $s'_i = \varnothing_i(t_{-i}, t'_i)$. Es claro que $s'_i \neq \bar{s}_i, p_i$. Pero entonces el único EN es en el que $s'_j = p_j \quad \forall j \neq i$, y por lo tanto obtenemos una contradicción.

Una interpretación de esta Proposición es que los jugadores en la primera etapa del juego crean unos autómatas que están dispuestos a lanzar la estrategia de castigo p_i en caso en que algún otro jugador juegue una estrategia distinta de $\bar{s}$ (la situación es parecida a la de la película *Teléfono Rojo. Volamos hacia Moscú* en la que una vez que los bombarderos han despegado nada ni nadie puede detenerlos). Hagamos notar también que

1) Aunque t sea un equilibrio perfecto no es un equilibrio con «errores pequeños» (trembling-hand), debido a la discontinuidad de *f*. Sin embargo sí posee una propiedad de estabilidad más débil, a saber, es estable bajo un ajuste miope del tipo $s_t = f(s_{t-1})$ que de hecho converge en tres períodos.

2) La Proposición 5 (y su prueba) tiene una gran parecido con el teorema en juegos infinitamente repetidos que afirma que cualquier vector de estrategias que sea individualmente racional es un equilibrio de Nash perfecto

3) Nótese que la Proposición 5 nos garantiza la existencia de un equilibrio de Nash perfecto cuando el espacio de tipos es suficientemente grande. Por contra las Proposiciones 1-4 han sido probadas bajo el supuesto de la existencia de un equilibrio. Desgraciadamente sabemos muy poco sobre la existencia de equilibrio en este caso ya que básicamente la literatura se ha centrado en juegos con funciones de utilidad cuadráticas o en donde los jugadores escogen sus estrategias solo en un período (Hellwig-Leininger (1987)

4) Es probable que bajo ciertos supuestos de regularidad adicionales, la Proposición 5 pueda ser probada con funciones de mejor respuesta continuas.

Los resultados de esta Sección pueden ser resumidos diciendo que en el momento en que el modelo va más allá del caso en el que el espacio de los tipos es unidimensional nos enfrentamos con una total indeterminación.

4. JUEGOS DE COMPROMISO

En esta Sección estudiaremos algunos juegos de compromiso en el marco de la Organización Industrial. Ya que no existe una estructura común, iremos analizando determinados casos particulares así como sus propiedades específicas. Debido a su importancia dedicaremos la primera subsección al tema de la prevención de la entrada. La segunda parte de esta Sección estará dedicada a exponer brevemente otras aplicaciones de los juegos en dos etapas (sobre la aplicación de estos juegos a la localización ver Espinosa (1990)). Una revisión sistemática de la literatura sobre juegos de compromiso puede encontrarse en Vives (1987) y Shapiro (1986)).

4.1. Prevención de la entrada

El marco analítico de esta subsección será el siguiente. El jugador 1 será la empresa establecida y su conjunto de estrategias será $T_1 = R_+$, $S_1 = 0$, esto es, esta empresa podrá realizar una elección irreversible en el primer período (un precio, una cantidad de output o de inversión o de publicidad, o la calidad del producto, etc). En el segundo período las empresas 2, ..., n que serán los entrantes potenciales podrán decidir acerca de la misma varible, esto es $T_i = 0$, $S_i = R_+$ $\forall i = 2, ..., n$. En este caso el equilibrio de Nash perfecto coincide con la noción de equilibrio propuesta por Stackelberg, por lo que utilizaremos ambos nombres indistintamente. Ahora analizaremos varios subcasos que corresponden a distintas estrategias de prevención de la entrada: a través de las cantidades, de los precios, de la inversión y de la calidad (una crítica a los dos últimos tipos de modelos se encuentra en Ungern-Sternberg (1987))

4.1.1. *El output como variable estratégica (precio límite).*

En estos modelos la empresa establecida se compromete a producir y vender una determinada cantidad de output antes de que los entrantes potenciales puedan tomar decisión alguna sobre su propia producción. Por tanto en términos de nuestro modelo general el tipo del establecido y la estrategia del entrante son sus correspondientes outputs.

La teoría del precio límite (nombre paradójico ya que en este modelo las empresas deciden sobre las cantidades) afirma que el output de la empresa establecida es tal que evita la entrada de cualquier competidor potencial (Bain (1956), Sylos-Labini (1962). Una exposición elemental puede verse en Modigliani (1958)). Las dos críticas a las que se enfrenta esta teoría son que por una parte los entrantes potenciales pueden no tomar el output de la establecida como un dato (esto es, no comportarse como seguidores) y por otra que la empresa establecida puede tener una regla de comportamiento racional (esto es maximizador) que le impulse a escoger un output distinto del que evite la entrada. En otras palabras, el comportamiento de los agentes ha de definirse en relación con sus objetivos (por ejemplo los beneficios) y no con sus resultados (la prevención o no de la entrada). Veremos ahora bajo qué circunstancias el precio límite ocurre como consecuencia de las acciones de agentes maximizadores en un juego en dos etapas.

Osborne (1973) hizo el primer modelo que intentaba explicar endógenamente la prevención de la entrada por medio del output a través de un equilibrio de Stackelberg donde la empresa establecida era líder. Su análisis parte de que la función de mejor respuesta en la segunda etapa del único entrante es de clase $\mathscr{C}^1$. La tasa marginal de sustitución para la empresa 1 entre su output y el del competidor potencial la denotaremos por M y es igual a $(\partial\, u_1(t_1, s_2) / \partial\, t_1) / (\partial\, u_1(t_1, s_2) / \partial\, s_2) \equiv M\,(t_1, s_2)$ y el output que evita la entrada será $t^1 \equiv \inf\,\{t_1 \in T_1 / \, 0 \in f_2(t_1)\}$ donde $f_2(t_1)$ es la función de mejor respuesta de la empresa entrante. Suponiendo que las condiciones de segundo orden se cumplen, el output de equilibrio impedirá la entrada si y sólo si tenemos que $M(t^1,0) \geqslant -\partial\, f_2(t^1) / \partial\, t_1$.

Dixit (1979) criticó tal enfoque ya que supone que el entrante puede hacer beneficios positivos con un output infinitesimalmente pequeño. En otras palabras el enfoque de Osborne no permitía que las empresa entrantes tuvieran un coste fijo o unas economías de escala importantes ya que en este caso la correspondencia de mejor respuesta del entrante presentaría una discontinuidad (en términos más técnicos sería semicontinua por arriba pero no valorada convexa). Es fácil ver que en el caso discontinuo el output de equilibrio de Stackelberg puede prevenir la entrada o puede no prevenirla (ver figuras 1 y 2). Por tanto la conclusión de Dixit (idéntica a la de Osborne) es que la noción de equilibrio de Stackelberg no es una buena fundamentación de la idea de la prevención de la entrada.

FIGURA 1
El output de equilibrio previene la entrada

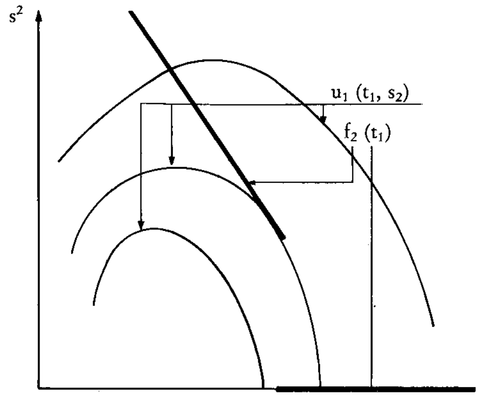
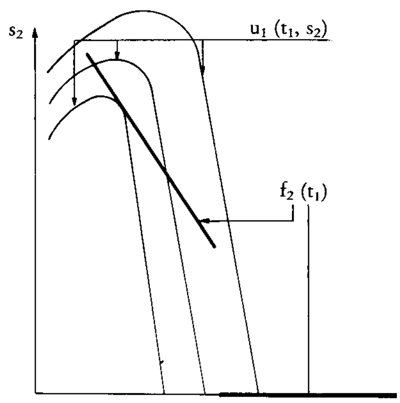


FIGURA 2
El output de equilibrio no previene la entrada



El modelo anterior supone un único entrante. Por tanto una pregunta relevante es si los resultados obtenidos se mantienen para un número arbitrario de entrantes. Para ello estudiaremos el caso polar en el que el número de entrantes potenciales es muy grande y por tanto, en equilibrio, al menos uno de ellos no puede entrar en el mercado. También, especializaremos nuestro modelo a un entorno económico. Sea x_i el output de la empresa $i = 1,...,n$, $p(x)$ la función inversa de demanda (donde x es el output agregado) y $c_i(x_i)$ la correspondiente función de costes. Por tanto el beneficio (utilidad) para la empresa i es $p(x)\, x_i - c_i(x_i) \equiv \pi\ (x_1, x)$. En la siguiente Proposición los valores de equilibrio de Stackelberg tendrán el superíndice *.

Supuesto 7.
a) *$c_1(x_1) \,/\, x_1$ es no creciente en x_1.*

b) $\exists m$ *tal que* $x_m^* = 0$.

c) $x_1^* > 0$.

d) *Todos los entrantes potenciales tienen idénticas funciones de costes*

La primera parte del supuesto 7 implica que la empresa establecida no tiene deseconomías de escala para todos los outputs. La segunda parte dice que al menos uno de los entrantes potenciales habrá de permanecer inactivo en equilibrio. Esto puede ser debido a costes fijos o de algún tipo de economías de escala para los (numerosos) entrantes, que fuerzan a que no todos ellos pueden producir con beneficios no negativos. La tercera parte afirma que la empresa líder produce un output positivo en equilibrio. Finalmente la última parte del supuesto dice que todos los entrantes potenciales son idénticos. Este es un supuesto puramente simplificador, que puede ser relajado considerablemente. En conjunto, el supuesto 7 es bastante natural en el marco de un mercado que está sujeto a la entrada potencial de muchas empresas y en el que la empresa establecida puede sobrevivir. Entonces tenemos

Proposición 6: Bajo el supuesto 7, cualquier equilibrio de Stackelberg impide la entrada de todos los competidores potenciales.

Prueba: Supongamos que las empresa i,j,...k producen un output positivo en el equilibrio de Stackelberg. Denotemos por x^* el output total en equilibrio producido por 1,i,j,...k. Ya que existe una empresa inactiva $0 \in f_m(x^*)$. Pero entonces, ya que todos los entrantes potenciales son idénticos, la empresa líder puede producir x^* y forzar a i,j,...k a ser inactivas. Finalmente nótese que, debido a la inexistencia de deseconomías de escala, producir x^* genera a la empresa establecida beneficios superiores que x_1^*, por lo que obtenemos una contradicción y la Proposición queda probada.

Variantes de la Proposición 6 han sido probadas por Omori-Yarrow (1982), suponiendo que la empresa establecida puede producir varios productos, Corchón-Marcos (1988) en el caso en que los entrantes no se comportan necesariamente como seguidores (también se hace notar ahí que la Proposición es cierta cuando hay varias empresas que juegan en la primera etapa, ver también Gilbert-Vives (1986)), y Vives (1988) en el caso de entrada secuencial.

La interpretación de esta Proposición es que si el número de entrantes potenciales es suficientemente grande y la empresa establecida sobrevive en equilibrio, ésta habrá de impedir la entrada de *todos* los entrantes potenciales. En este sentido la existencia de un entrante inactivo tiene un efecto dominó sobre los demás. La idea detrás de ésto es bastante simple: si hay pocos entrantes potenciales (como en el caso de Dixit (1979)) la estrategia de prevenir la entrada a toda costa puede ser muy onerosa en términos de beneficios. Pero si el número de entrantes potenciales es grande, el output total de equilibrio ha de impedir la entrada de alguna empresa y la líder no se beneficia de las otras empresas activas. Estas consideraciones plantean una curiosa discontinuidad en el comportamiento de la empresa establecida que, conforme va variando el número de entrantes potenciales, pasa (en algunos casos) de aceptarlos a todos a impedir la entrada de todos. Sería interesante plantear el juego dinámicamente para ver cuándo se produce el cambio de actitud de la empresa establecida (esto es, la guerra de precios).

Una consecuencia interesante de la prevención de la entrada es que ésta aumenta el bienestar social en relación con una situación de competencia en una etapa (Corchón-Marcos (1988), Vives (1988)). La razón de ésto es que el output que previene la entrada de algún competidor va a ser el de equilibrio bien si lo produce enteramente la empresa establecida o si lo producen entre varias empresas. Pero si hay economías de escala la primera situación es claramente superior desde el punto de vista del bienestar social ya que la producción usa menos inputs y por tanto es más eficaz tecnológicamente.

La conclusión principal de este epígrafe es que si se acepta que la empresa establecida decide su output de manera irreversible en el primer período, la prevención de la entrada ocurre necesariamente en mercados sujetos a una fuerte competencia potencial pero no ocurre siempre en aquellos donde el número potencial de entrantes es pequeño. Por lo tanto en el primer caso, la teoría del precio límite puede ser formulada enteramente en términos de agentes racionales. Sin embargo, si existe eliminación gratuita, la empresa establecida siempre puede reducir su producción en el segundo período y por lo tanto no tendría incentivo alguno a producir en el primer período una cantidad distinta de la prescrita por el equilibrio de Nash del segundo período. En otras palabras, la eliminación gratuita priva de credibilidad al compromiso de la empresa establecida de llevar al mercado la cantidad producida. Finalizamos así, con un cierto escepticismo sobre el valor de estos modelos.

4.1.2. *El precio como variable estratégica (mercados impugnables)*

En este epígrafe estudiaremos el caso en el que la empresa establecida ha de fijar un precio en la primera etapa del juego y se ve sometida a la competencia de varios entrantes potenciales en el segundo período (un modelo más complejo de prevención de la entrada a través de sistemas de precios en el marco de modelos de localización se estudia en Espinosa-Macho (1990)).

El paradigma de estas situaciones es el llamado modelo de mercados impugnables. Diremos que un mercado es impugnable si a) existe al menos un entrante potencial b) las empresa son idénticas (y por tanto no hay costes hundidos) c) compiten vía precios y d) la empresa líder no puede variar su precio en el segundo período (Baumol-Panzar-Willig (1982), Sharkey (1982), Mas-Colell (1987)). Supondremos además que el mercado es un monopolio natural. Por mayor comodidad, en este epígrafe trabajaremos con la función de demanda –en vez de con la función inversa de demanda– que denotaremos por D = D(p).

Definición 5: Un precio p es sostenible en un mercado impugnable si

a) $p\ D(p) \geqslant c\ (D(p))$

b) *Si* $p' < p,\ p'x' \leqslant c\ (x') \quad \forall x' \leqslant D(p')$.

La idea detrás de esta definición es que un precio es sostenible para un monopolista si hace beneficios no negativos y no existe ningún entrante potencial que pueda reducir los precios –con la posibilidad de racionar a los demandantes– y obtener beneficios positivos. En términos de nuestro esquema general, un precio cargado por la empresa que juega en el primer período es sostenible (esto es, de equilibrio perfecto) si no da incentivos a la entrada en la segunda etapa del juego (un modelo formal de teoría de juegos que da lugar a precios sostenibles se desarrolla en Sharkey (1982) capítulo 8).

Nótese que 1) a igualdad de precios entre la empresa establecida y un entrante, los consumidores no comprarían nada a la segunda empresa y 2) la empresa establecida no puede racionar a los consumidores (una extensión posible consiste en permitir que la empresa establecida use precios no lineales –que generalizan la idea de racionamiento–. En este caso la empresa establecida, puede obtener beneficios positivos, ver Perry (1984)).

Definamos ahora

$$\hat{p} = \min_{p}\ \{p\ D\ (p) \geqslant c\ (D\ (p))\} > 0.$$

En otras palabras $\hat{p}$ es el menor precio que cubre los costes y que supondremos estrictamente positivo. Es claro que $\hat{p}$ existe siempre en circunstancias normales. Entonces tenemos

Proposición 7: **a)** *Si el supuesto 7 a) se cumple, entonces* $\hat{p}$ *es sostenible*
b) *Si c (.) y D (.) son continuas, entonces si p es sostenible tenemos que* $p\ D\ (p) = c\ (D\ (p))$

Prueba: **a)** *Si la Proposición no fuera cierta* $\exists\ p' < \hat{p}$ *tal que* $p'x' > c\ (x')$ *con* $D\ (p') \geqslant x'$. *Ya que* $x' \neq 0$ *esto implicaría que* $p' > c\ (x')/x'$. *Sea* $x'' = D\ (p')$. *Entonces ya que los costes medios son no crecientes tendríamos que* $p' > c\ (x')/x' \geqslant c\ (x'')/x''$, *lo que contradice la definición de* $\hat{p}$.
b) *Ya que p es sostenible solo hay que probar que* $p\ D\ (p) > c\ (D\ (p))$ *es imposible. En efecto, la continuidad de c (.) y D (.) implicaría en este caso la existencia de un p' menor pero suficientemente cercano a p tal que* $p'\ D\ (p') > c\ (D\ (p'))$, *lo que implica que p no es sostenible.*

La parte a) de la Proposición 7 ha de ser entendida como un resultado de existencia de precios sostenibles (o sea de equilibrio). Es fácil ver que si los costes medios son crecientes no existen precios sostenibles ya que un entrante potencial puede cargar un precio inferior a $\hat{p}$, y racionando a los demandantes, obtener beneficios positivos. Hagamos notar que el supuesto de rendimientos no decrecientes no puede ser relajado a funciones de coste subaditivas (ver Sharkey (1982) p. 88).

La parte b) de la Proposición 7 implica que en el caso de mercados impugnables la empresa monopolista establecida se autorregula eficazmente ya que las rentas de monopolio desaparecen y es posible probar que el conjunto de asignaciones generadas por precios que son sostenibles coincide con los óptimos de Boiteux-Ramsey (éste es el llamado *teorema débil de la mano invisible.* En nuestro caso su prueba es sencilla, pero si existen varios outputs la prueba dista mucho de ser trivial. De hecho no conozco la existencia de una prueba suficientemente general y convicente para este caso).

La teoría de los mercados impugnables ha sido objeto de dos tipos de críticas. Por una parte, y aún reconociendo el valor normativo de la teoría (similar en este respecto a la de los mercados perfectamente competitivos) no está claro a qué tipos de mercado puede ser aplicables aún teniendo en cuenta el carácter aproximado de cualquier teoría. Durante algún tiempo se pensó que las aerolíneas en USA era un ejemplo de mercado impugnable. Sin embargo Graham-Kaplan-Sibley (1983) demostraron que éste no es el caso. Por otra parte, y desde un punto de vista puramente teórico, el postulado de que la velocidad de entrada en un mercado es superior a la de cambio de precios de la empresa establecida es a la vez, totalmente crucial y muy poco convicente. El valor del modelo de los mercados impugnables es pues, bastante dudoso.

4.1.3. *La prevención de la entrada a través de los costes*

En este epígrafe estudiaremos cómo la empresa establecida puede impedir la entrada incrementando sus costes, si este incremento ha de ser imitado por sus rivales. Casos especiales de esta situación incluyen la innovación y la publicidad (Salop (1979)), la selección del producto (por ejemplo estándares de seguridad, localización, etc) y el incremento de salarios (Rogerson (1984)). Para simplificar supondremos que tales costes no tienen valor productivo alguno ni modifican la demanda excepto que en caso de no ser incurridos, el producto no se vende. Este último supuesto es puramente simplificador. En el siguiente epígrafe estudiaremos el caso en el que el incremento de costes tiene un valor productivo (capital, etc).

Supondremos que existen dos empresas: la establecida (que será la líder) y el entrante potencial. La secuencia de movimientos es la usual: en el período 1 la empresa líder realiza una elección irreversible acerca de su tipo (o sea el incremento en sus costes). En el segundo período ambas empresas deciden el valor de sus estrategias en el segundo período (que pueden ser sus producciones o sus precios) teniendo en cuenta que si la segunda empresa quiere entrar en el mercado ha de gastar una cantidad igual a la ya invertida por la líder. Supondremos que ambas empresas son idénticas, sus funciones de utilidad son las de beneficio y que si $u_2 = 0$ esta empresa no entrará en el mercado. Además supondremos lo siguiente

Supuesto 8: $u_i = u_i(s) - t_i$. $t_i \in [0, \infty)$.

Este supuesto implica que al elegir un tipo estrictamente positivo se incurre en un gasto no productivo que es por tanto una estrategia estrictamente dominada. Veremos sin embargo que en equilibrio es muy probable que la empresa establecida escoja un t estrictamente positivo. Por otra parte el supuesto nos asegura la existencia de un gasto improductivo t' tal que evita la entrada de 2 en el segundo período. En efecto, sea s' el par de producciones de equilibrio si la empresa 2 entrara en el mercado y $t' = u_2(s')$ el valor de los costes que iguala a cero los beneficios de la empresa 2. Sea u_1^m el beneficio de monopolio con $t = 0$. Entonces tenemos

Proposición 8: Bajo los supuestos 7 a) y 8, existe un equilibrio perfecto en el que no se produce la entrada.

Prueba: Dado que ambas empresas son iguales y que los costes medios son no crecientes, los beneficios máximos conjuntos no serán mayores que el beneficio de monopolio cuando una sola empresa esté activa. Así $u_1^m \geqslant u_1(s') + u_2(s')$. Pero ya que $t' = u_2(s')$ tenemos que $u_1^m - t' \geqslant u_1(s')$. Por lo tanto la opción de escoger la prevención de la entrada es al menos tan buena como la de permitir un duopolio en la segunda fase del juego con $t_1 = 0$, que es la otra posibilidad para la empresa 1.

Nótese que una implicación de la Proposición 8 es que en nuestro modelo existen dos tipos de equilibrios (que no son excluyentes): unos en los que existen economías de escala y hay una única empresa en el mercado que despilfarra costes (lo que puede implicar una calidad elevada) y otros en los que hay no hay economías de escala, las dos empresas están activas y no existe gasto superfluo alguno. Nada se sabe de las implicaciones sobre el bienestar social de estos modelos no de la posibilidad de permitir varios entrantes potenciales.

4.1.4. *La inversión y la prevención de la entrada.*

En este epígrafe estudiaremos cómo la decisión de la empresa establecida acerca de su capacidad en el primer período puede dar lugar a la prevención de la entrada. Hagamos notar primero que usaremos las palabras capacidad, inversión y capital como sinónimas (ver Tirole (1988 p. 322 para otras interpretaciones de la misma variable)). Obsérvese que para que la elección en el primer período de la empresa establecida sea creíble, el capital no puede ser vendido (al mismo precio) en el segundo período. Por lo tanto este modelo presupone mercados imperfectos de algún tipo.

El primer modelo de prevención de la entrada a través del capital es debido a Spence (1977). La idea central es que, para la empresa entrante, la amenaza por parte de la establecida de producir el output límite bastará para que no intente entrar en el mercado. En otras palabras, para impedir la entrada no es necesario producir el output límite: basta con tener la capacidad de producirlo. Nótese que este planteamiento implica que el único requisito de credibilidad (mucho más débil que el requisito impuesto por la noción de equilibrio perfecto) es que la empresa líder posea la capacidad para producir el output límite. Como este output será, en general, mayor que el output de monopolio, la empresa establecida tendrá, en equilibrio, exceso de capacidad. Formalmente, si suponemos que la función de beneficios de la empresa establecida satisface el supuesto 8, ésta resolvería el siguiente programa (donde s^1 es el output límite, s_1 es el output y t_1 la capacidad)

$$\textit{Maximizar } u_1 = u_1(s_1) - t_1.$$
Sujeto a:

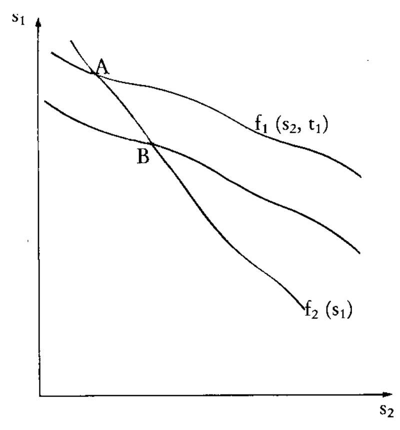
$$s_1 \leqslant t_1$$

$$t_1 \geqslant s^1$$

Si la segunda restricción no es operativa pero la primera sí lo es, tenemos el caso en el que el output de monopolio evita la entrada (en terminología de Bain la entrada está bloqueada). Si la primera restricción no es operativa pero la segunda sí lo es, tenemos el caso en el que la capacidad se mantiene artificialmente alta para detener la entrada (que es el caso que Spence quería enfatizar). Por último, si ambas restricciones son operativas tenemos el caso tradicional (estudiado en 4.1.1) de precio límite.

Dixit (1980) criticó este enfoque en términos de la falta de credibilidad de la amenaza de producir el output límite. Además en su modelo, la capacidad elegida por la empresa existente afecta al equilibrio en la segunda etapa del juego. De esta manera la función de mejor respuesta de la empresa líder depende de la capacidad (el tipo) escogida en el primer período ya que la capacidad ya instalada tiene un coste marginal de adquisición cero. En la segunda etapa, la empresa líder puede adquirir capacidad adicional a un coste

FIGURA 3



positivo. Pero ya que esta empresa tiene un claro incentivo a usar toda la capacidad ya instalada, puede manipular el equilibrio en la segunda etapa del juego a través de su elección en el primer período. Por lo tanto la empresa líder escoge un tipo tal que maximiza $u_1\left[\phi\,(t^*),\, t_1^*\right]$. En la figura 3 hemos dibujado el conjunto de funciones de reacción para la empresa 1 que pueden ser alcanzadas mediante la elección de capacidad, así como la función de mejor respuesta de la segunda empresa. La línea AB representa los posibles equilibrios en la segunda etapa del juego. Es claro que el equilibrio puede (o no) impedir la entrada y que la empresa establecida nunca comprará más capacidad de la que vaya a usar.

4.2. Otros juegos en dos etapas.

En esta Sección indicaremos brevemente dos aplicaciones de los juegos en dos etapas. Otras aplicaciones incluyen aprendizaje a través de la acción, competencia en I&D, licencias, publicidad, selección de productos, estructura financiera, teoría de los contratos, costes de ajuste y comercio internacional, ver Shapiro (1986) y Tirole (1988).

1) *Competencia en capacidad y equilibrio de Cournot.* En el primer período las empresas deciden la capacidad máxima disponible y en la segunda etapa deciden sus precios. Kreps-Scheikman (1983) demostraron que en este modelo si la regla de racionamiento de los consumidores es la eficiente, el output total que resulta del juego en dos etapas es el correspondiente al de equilibrio de Cournot. Sin embargo Davison-Deneckere (1986) demostraron que este resultado era verdad sólo para la regla de racionamiento propuesta por Kreps-Scheikman. Vives (1986) analiza el caso en el que en el primer período las empresas eligen una determinada flexibilidad tecnológica.

2) *Forma organizativa de las empresas.* En el primer período las empresas deciden su estructura interna y en el segundo período compiten bien en cantidades, bien en precios. Casos especiales de este modelo incluyen el diseño de la organización interna (un tema apuntado por Williamson, ver Bárcena (1990) y las referencias que ahí se dan) y la descentralización de las decisiones (ver Corchón (1991)). En este último caso cada empresa puede decidir sobre el número de filiales teniendo en cuenta que éstas competirán entre sí. Bajo ciertas condiciones si el número de empresas es mayor que tres, el resultado es el de competencia perfecta entre las filiales.

5. CONCLUSIONES

En este artículo hemos revisado la teoría de los juegos en dos etapas, así como algunas aplicaciones económicas.

La conclusión que nos parece más relevante es que un gran número de situaciones económicas son formalizables de una manera muy natural como un juego en dos etapas en el que las empresas deciden primero acerca de una variable estratégica –capital, calidad, localización– para en una etapa posterior decidir acerca de una variable táctica –precios, cantidades–. En el caso de los juegos de revelación, las predicciones del modelo dependen crucialmente del espacio de decisiones estratégicas. Si éste es unidimensional, la separación entre la propiedad y la gestión tiene como efecto el que las empresas no maximicen beneficios. Dependiendo de si la competencia es en precios o cantidades el resultado será menos o más competitivo que el que ocurriría en un juego en una etapa. Sin embargo si el espacio de tipos es suficientemente grande, el resultado es completamente indeterminado y por tanto el modelo pierde todo su valor predictivo. En el caso de los juegos de compromiso, bajo ciertas condiciones es posible explicar la prevención de la entrada. También la elección entre precios o cantidades o la forma organizativa de las empresas pueden ser explicados endógenamente. Sin embargo, los límites de los juegos de compromiso son también claros. En general no podemos garantizar la existencia de equilibrio, y por otra parte no hay ninguna enseñanza suficientemente general que podamos aprender de este tipo de modelos. Su valor, por tanto, está más relacionado con la economía aplicada que con la teoría pura. D

REFERENCIAS

ALKAN, A. & SERTEL, M.R. (1981). «The Pretend-but-Perform Mechanism in Sharec r opping», *Discussion Paper* IIM/IP 81-3, International Institute of Management, West Berlin.

AUMANN, R. (1985). «On the N.T.U. Value: A Comment on the Roth-Shafer Examples», *Econometrica,* vol. 53, 3.

AUMANN, R. (1986). «Rejoinder», *Econometrica,* 54, 4.

BAIN, J.S. (1956). *Barriers to New Competition,* Cambridge, Mass, Harvard U. Press.

BARCENA, J.C. (1990) «Forma Organizativa de las Empresas: Forma Unitaria Versus Forma Multidivisional». Mimeo. Universidad del País Vasco.

BAUMOL, W.J., PANZAR, I.E. & WILLIG, R.D. (1982). *Contestable Markets and the Theory of Industrial Structure,* New York, Harcount, Brace, Jovanovichs.

BULOW, J., GEANOKOPLOS, J.D. & KLEMPERER, P.D. (1985). «Multimarket Oligopoly: Strategic Substitutes and Complements». *Journal of Political Economy,* vol. 93, nº 3.

CORCHON, L. (1990). «Algunos teoremas de la Organización Industrial Clásica». *Cuadernos de Información Comercial Española,* nº 45, pp. 9-29.

CORCHON, L. (1991) «Oligopolistic Competition among Groups». *Economics Letters* (en prensa).

CORCHON, L. & MARCOS. F. (1988). «Entry, Stackelberg Equilibrium and Reasonable Conjetures», *International Journal of Industrial Organisation,* vol. 6

CORCHON, L. & J. SILVA. (1989) «Manipulation in Oligopoly». Mimeo, Universidad de Alicante.

DAVIDSON, C. & DENECKERE, R. (1986) «Long-Run Competition in Capacity, Short-Run Competition in Price, and the Cournot Model», *Rand Journal of Economics,* vol. 17, nº 3, pp. 404-415.

DIXIT, A. (1979). «A Model of Duopoly Suggesting a Theory of Entry Barriers», *The Bell Journal of Economics,* vol. 10, nº 1, pp. 20-32.

DIXIT, A. (1979) «The Role of Investment in Entry-Deterrence», *The Economic Journal,* vol. 90, pp. 95-106.

ESPINOSA, M.P. (1990). «Competencia Espacial: Una Introducción a los Juegos en Localización y Precios», *Cuadernos Económicos de I.C.E.,* vol. 45, pp. 49-70.

ESPINOSA, M.P. & MACHO, I. (1990) «Strategic Deterrence of Entry through Basing-Point Pricing». Mimeo, U. de Bilbao.

FERSHTAM, C. & JUDD, K.L. (1987). «Equilibrium Incentives in Oligopoly», *The American Economic Review,* vol. 77, nº 5, pp. 927-940.

GILBERT, R. & VIVES, J. «Entry Deterrence and the Free Rider Problems», *Review of Economics Studies,* vol. 53, pp. 71-83.

GRAHAM, D.R., KAPLAN, D.S. & SIBLEY, D.S. (1983). «Efficiency and Competition in the Airline Industry», *Bell Journal of Economics,* vol. 14, nº 1, pp. 118-137.

HELLWING, M. & LEININGER, W. (1987). «On the Existence of Subgame-Perfect Equilibrium in Infinite Action Games of Perfect Information», *Journal of Economic Theory,* vol. 43, pp. 55-75.

KALAI, E. & C. FERSMTMAN & K. JUDD. «Cooperation through Delegation». Mimeo Northwestern University.

KLEMPERER, P.D. & MEYER, M.A. (1989). «Supply Function Equilibria in Oligopoly under Uncertainty», *Econometrica,* vol. 57, nº 6, pp. 1.243-1.277.

KORAY, S. & SERTEL, M.R. (1988). «Regulating a Duopoly by a Pretend-but-Perform Mechanism», pp. 95-115, in M. Holler and R. Rees (eds.), Economics of Market Structure, *European Journal of Political Economy*, vol. 4, nº 1.

KREPS, D. & SCHEIKMAN, J. (1983). «Cournot Precommitment and Bertrand Competition Yield Cournot Outcomes». *Bell Journal of Economics,* vol. 14.

MACHO, I. & VERDIER, T. (1989). «Strategic Managerial Incentives and Cross Ownership Structure: A Note». Document 89-02, Delta, París.

MAS-COLELL, A. (1987). «Lecciones sobre la Teoría del Equilibrio con Rendimientos Crecientes», *Col. lecció d'Economía,* Generalitat Valenciana, vol. 2

MODIGLIANI, F. (1958). «New Developments on the Oligopoly Front», *Journal of Political Economy*, vol. 66.

OMORI, T. & YARROW, G. (1982) «Product Diversification, Entry Prevention and Limit Pricing», *The Bell Journal of Economics*, pp. 242-248.

OSBORNE, D.K. (1973). «On the Rationality of Limit Pricing», *Journal of Industrial Economics,* vol. 22, 1, pp. 71-80.

PERRY, M.K. (1982). «Oligopoly and Consistent Conjectural Variations», *Bell Journal of Economics*, pp. 197-205.

PERRY, M. (1984). «Sustainable Positive Profit Multiple-Price Strategies in Contestable Markets». *Journal of Economic Theory*, vol. 32, pp. 246-65.

ROGERSON, W.P. (1984). «A Note on the Incentive for a Monopolist to Increase Fixed Costs as a Barrier to Entry», *Quarterly Journal of Economics* pp. 399-402.

SALAS, V. (1990). «Evaluación Relativa de Gerentes y Competencia Industrial», *Cuadernos Económicos de I.C.E.*, vol. 45, pp. 145-164.

SALOP, S.C. (1979). «Strategic Entry Deterrence». *American Economic Review* pp. 335-338.

SCHELLING, T. (1960). *The Strategy of Conflict.*

SHAPIRO, C. (1986) «Theories of Oligopoly Behavior» en R. Schmalansee y R. Willig (eds) *Handbook of Industrial Organization.* North Holland.

SHAKED, A. & J. SUTTON. (1983) «Natural Oligopolies». *Econometrica*, 51, pp. 1.469-1.483.

SHARKEY, W. (1982). *The Theory of Natural Monopoly,* Cambridge University Press, Cambridge.

SINGH, N. & VIVES, J. (1984). «Price and Quantity Competition in a Differentiated Duopoly». *The Rand Journal of Economics*, 15, 4, pp. 546-554.

SKLIVAS, S. (1987) «The Strategic Choice of Managerial Incentives», *The Rand Journal of Economics,* pp. 452-458.

SPENCE, M. (1977). «Entry, Capacity, Investment and Oligopolistic Pricing». *The Bell Journal of Economics*, 8, pp. 534-44.

SYLOS-LABINI, P. (1962). *Oligopoly and Technical Progress,* Cambridge, Mass: Harvard U. Press.

TIROLE, J. (1988). *The Theory of Industrial Organization.* The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

VICKERS, J. (1985) «Delegation and the Theory of the Firm», *The Economic Journal*, pp. 138-147.

VIVES, J. (1986) «Commitment, Flexibility and Market Outcomes» *International Journal of Industrial Organization.*

VIVES, J. (1987) «Competencia Estratégica en la Teoría de la Organización Industrial» *Revista Española de Economía*, pp. 111-149.

VIVES, J. (1988) «Sequential Entry, Industry Structure and Welfare». *European Economic Review*, vol. 32, pp. 1.671-1.687.

VON UNGERN-STERNBERG, T. (1987) «Free Entry, Perfect Equilibrium». Mimeo, U. de Lausanne.