

## Equilibrios de Nash y de Cournot: el caso de la provisión privada de un bien público

JOSÉ M.<sup>a</sup> GARCÍA LÓPEZ

ESCUELA UNIVERSITARIA DE ESTUDIOS SOCIALES

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

CLAUDIA PÉREZ FORNIÉS

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

En el contexto de la provisión pública y privada de cualquier bien independientemente de su naturaleza, este artículo dirige su atención al modelo teórico que responde a la provisión privada de un bien público y que se corresponden con ejemplos como el de la filantropía o la caridad.

**Palabras clave:** Hacienda pública, Economía pública, bienes públicos, provisión privada de bien público, filantropía y caridad.

# Equilibrios de Nash y de Cournot: el caso de la provisión privada de un bien público



José M.<sup>a</sup> García López  
Claudia Pérez Forniés

## 1. Introducción

Varias son las posibilidades que ofrece la Hacienda Pública a la hora de analizar la provisión pública y privada de cualquier bien independientemente de su naturaleza. Los trabajos de investigación que se enmarcan en el ámbito de la economía pública acostumbran a dedicar su atención a la provisión pública de bienes de naturaleza pública. Sin embargo, podemos encontrar en la literatura algunos casos, como el de la caridad, que responden al modelo teórico de provisión privada de bien público. Este trabajo se centra en el desarrollo de este modelo analizando en primer lugar los conceptos seminales necesarios para entenderlo, los equilibrios de Nash y de Cournot, así como la teoría de juegos y los dilemas del prisionero.

## 2. La provisión de un bien público

Si se observa la realidad, encontramos un amplio abanico de bienes y mecanismos de asignación fundamentales que quedan descritos en el cuadro 1. En esta línea, podemos decir que si el bien tiene características de privado podrá ser provisto en los mercados por la iniciativa privada (como en el caso de cualquier actividad empresarial privada) o por la iniciativa pública (por ejemplo la educación y la sanidad en algunos países). Si el bien

es de naturaleza pública<sup>1</sup>, la provisión podrá ser pública, ya sea un faro, una carretera o la defensa nacional. Sin embargo, el bien público también se puede proveer de forma privada como es el caso de la filantropía (la caridad).

*Bienes*

		<i>Privado</i>	<i>Público</i>
<i>Provisión</i>	<i>Privada</i>	Cualquier actividad empresarial privada	Filantropía
	<i>Pública</i>	Educación, sanidad	Faro, aceras, carreteras, defensa

Fuente:Elaboración Propia

Cuadro 1.La provisión de un bien

Ante este panorama, nuestra atención se centra en el estudio del último de los casos presentados, es decir, la provisión privada de un bien público. Son varios los autores<sup>2</sup> que desarrollan esta modelización de la realidad en la que los resultados Pareto-óptimos obtenidos de la aplicación de los criterios de Samuelson (1958) y de Lindahl (1919), se compararán con el equilibrio que se alcanza en un sistema económico en el que la provisión del bien público la realiza la iniciativa privada, es decir, los individuos. En tales circunstancias es relevante determinar cómo afecta la aportación de bien público de un individuo sobre el comportamiento de los restantes.

1 Según Stiglitz (1992):

«Los llamados bienes públicos puros tienen dos propiedades básicas: en primer lugar, no cuesta nada que otra persona más disfrute de sus ventajas. Formalmente, el hecho de que un individuo adicional disfrute del bien tiene un coste marginal nulo. En segundo lugar, en general es difícil o imposible impedir que se disfrute del bien público (...), es decir, no es posible excluir a ninguna persona de los beneficios generados del disfrute del bien».

2 Chamberlim (1974) y (1976), McGuirre (1974), War (1983), Bergstrom, Blume y Varian (1986), Andreoni (1988a), (1988b) y Myles (1995).

## 2. El equilibrio de Cournot

El contexto en el que se formula el equilibrio de Cournot es el del duopolio, es decir, para el caso de dos empresas, cómo responden éstas a la interdependencia estratégica que existe entre ellas. Cada una de estas empresas deberá tener en cuenta la conducta del rival cuando elige su nivel de producción, o lo que es lo mismo, tendrá que predecir el nivel de producción de la otra empresa para así determinar el suyo propio. Según Varian (1996):

«En el equilibrio de Cournot cada empresa maximiza sus beneficios, dadas sus expectativas sobre la decisión de producción de la otra empresa y, además, esas expectativas se confirman: cada empresa elige el nivel óptimo de producción que la otra espera que produzca. En el equilibrio de Cournot a ninguna de ellas le resulta rentable variar su producción una vez que descubre la decisión que ha tomado realmente la otra.»<sup>3</sup>

Consideremos un mercado duopolista de un bien y dos empresas en el que la empresa 1 espera que la empresa 2 produzca la cantidad del bien  $y_2$  y decide producir  $y_1$  de modo que la cantidad total que se obtiene es  $Y$ . A efectos de simplificar, supongamos que la curva de demanda del mercado es lineal y viene dada por la expresión:

$$P(y_1 + y_2) = a - b(y_1 + y_2)$$

Se presume que los costes marginales son nulos y que no se distingue entre producción esperada y producción observada ya que en el punto de equilibrio coinciden. La función de beneficio de la empresa 1 es:

$$\begin{aligned} \pi_1(y_1, y_2) &= [a - b(y_1 + y_2)]y_1 \\ \pi_1(y_1, y_2) &= ay_1 - by_1^2 - by_1y_2 \end{aligned}$$

A partir de esta expresión se representa el mapa de curvas de isobeneficio que describe todas las posibles combinaciones de  $y_1$  e  $y_2$  que generan unos beneficios  $\pi_1$  cuya expresión es la siguiente:

$$y_2 = a/b - y_1 - \pi_1/by_1$$

---

<sup>3</sup> Véase Varian (1996), pág.484.

Estas relaciones aparecen reflejadas en el gráfico 1 en el que representamos en el eje de abscisas  $Y_1$  como la producción de la empresa 1 e  $Y_2$  como la producción de la empresa 2. Los beneficios para la empresa 1 aumentarán cuando se sitúe en curvas de isobeneficio más bajas, ya que conforme disminuye la cantidad de output  $y_2$  producida por la empresa 2, los beneficios para la empresa 1 aumentarán. Para cada cantidad dada de  $y_2$  la empresa 1 maximizará sus beneficios situándose en la curva más baja, donde la pendiente de la curva de isobeneficio es igual a cero. El lugar geométrico de todos los puntos de tangencia con las rectas que definen cada nivel de producción  $y_2$  nos muestra la curva de reacción de la empresa 1:

$$y_1 = f_1(y_2)$$

Las funciones de reacción reflejan la interdependencia estratégica entre empresas u otros agentes económicos, que se encuentran ante situaciones en las que sus decisiones dependen de las estrategias tomadas por los demás.

Sin embargo, el ejemplo anterior es sólo un caso de las distintas estrategias que adoptan los agentes económicos a la hora

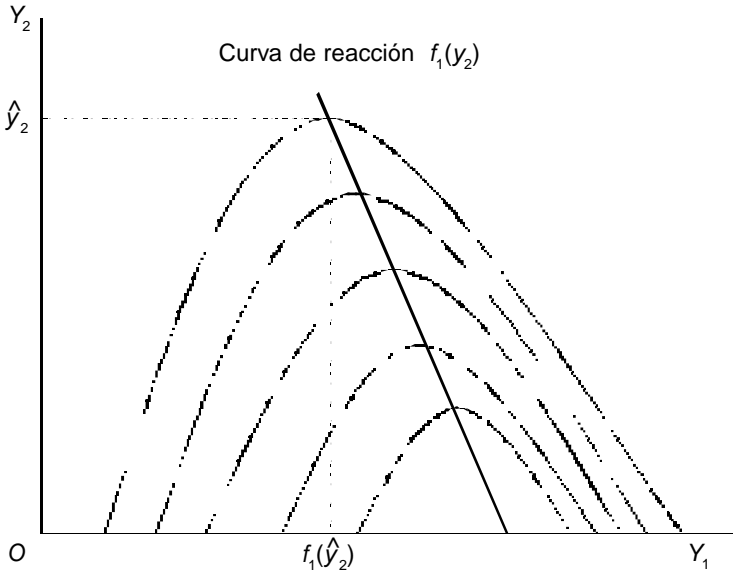


Gráfico 1. Curva de reacción

de desarrollar sus relaciones. Para estudiar estos vínculos la teoría económica se ha apoyado tradicionalmente en el instrumento de la teoría de juegos<sup>4</sup>.

A continuación, presentamos los diferentes resultados que se obtienen de las relaciones entre los agentes económicos, introduciendo un supuesto simplificador de manera que el juego lo compongan dos jugadores, que eligen entre dos estrategias. La manera gráfica de representar estas interacciones se denomina matriz de pagos y muestra los resultados que obtiene cada jugador en cada una de las combinaciones de estrategias elegidas.

### 3. El Equilibrio de Nash

Supongamos dos jugadores A y B. La persona A puede elegir entre dos estrategias: arriba o abajo y B puede elegir en izquierda o derecha. La matriz de juegos es la siguiente:

		Jugador B	
		<i>Izquierda</i>	<i>Derecha</i>
Jugador A	<i>Arriba</i>	1,2	0,1
	<i>Abajo</i>	2,1	1,0

Cuadro 2. Matriz de pagos con solución óptima

En este juego la solución siempre será (2,1), porque lo mejor para A es elegir abajo y para B la solución más preferible es optar por izquierda. La solución de este juego es sencilla porque existe lo que se denomina estrategia dominante que significa que cada jugador tiene una estrategia óptima, independientemente de lo que haga el otro jugador.

Sin embargo, en muchos de los escenarios analizados nos encontramos en presencia de juegos en los que no existe una estrategia dominante como es el caso que recoge el cuadro 3

---

4 Se utiliza el término de juego como representativo de las elecciones de los individuos sobre las estrategias en un momento dado.

		Jugador B	
		<i>Izquierda</i>	<i>Derecha</i>
Jugador A	<i>Arriba</i>	2,1	0,0
	<i>Abajo</i>	0,0	1,2

Cuadro 3. Matriz de pagos con solución de Nash

En este ejemplo, cuando B elige izquierda, A preferiría elegir arriba y cuando B elige derecha, A optaría por abajo.

Como para las situaciones reales que representan los juegos no siempre existe tal solución, se impone la relajación del criterio de la estrategia dominante de manera que nos acercamos al concepto de equilibrio de Nash que se desarrolla a continuación y que no es otra cosa que una generalización del equilibrio de Cournot<sup>5</sup>. El equilibrio de Nash se define según Varian (1996) de la forma que sigue:

«Decimos que un par de estrategias es un equilibrio de Nash si la elección de A es óptima, dada la de B, y la de B es óptima, dada la de A. Ninguna de las dos personas sabe qué hará la otra cuando tenga que elegir su propia estrategia, pero sí puede tener algunas expectativas sobre lo que elegirá. El equilibrio de Nash puede interpretarse como un par de expectativas sobre la elección de cada persona tal que, cuando la otra revela su elección, ninguna de las dos quiere cambiar de conducta.»<sup>6</sup>

Sin embargo, el equilibrio de Nash plantea diferentes problemas. En primer lugar, un juego puede derivar en más de un equilibrio de Nash, basta para ello con que tenga una estructura simétrica, como la que presenta el ejemplo del cuadro 3 ya que la solución abajo-derecha también es un equilibrio de Nash. En segundo lugar, hay juegos en los que no existe equilibrio de Nash, debiendo introducir estrategias mixtas en lugar de puras y haciendo depender las elecciones de un cálculo probabilístico. Y en tercer lugar, el equilibrio de Nash no suele conducir a situaciones óptimas en el sentido de Pareto y en este sentido estudiaremos el dilema del prisionero.

5 Algunos autores, como Cornes y Sandler (1996) lo denominan equilibrio de Nash-Cournot.

6 Véase Varian (1996), pág.499.

Analicemos el fundamento del dilema del prisionero con la ayuda del cuadro 4 que se presenta a continuación:

		Jugador B	
		<i>Confesar</i>	<i>Negar</i>
Jugador A	<i>Confesar</i>	-3,-3	0,-6
	<i>Negar</i>	-6,0	-1,-1

Cuadro 4.El dilema del prisionero

El dilema del prisionero se fundamenta en una situación en la que se interroga a dos personas que han cometido un delito conjuntamente pero el interrogatorio se realiza de forma separada. Los pagos que aparecen en el cuadro 4 muestran la utilidad que asignan los sujetos a cada una de las alternativas y que en este caso se mide en número de meses que tendrán que cumplir en la cárcel. La situación es la siguiente: Si el individuo B confiesa, A confesará porque prefiere tres meses de prisión a seis. Si el individuo B niega, A también confesará porque prefiere no ir a la cárcel antes que ir un mes. Por lo tanto, A siempre elegirá confesar. La misma situación se repite si realizamos el análisis para el individuo B.

Por lo tanto, del ejemplo anterior se desprende que el equilibrio de Nash viene dado por la estrategia<sup>7</sup> que ambos individuos eligen, confesar-confesar, es decir, (-3,-3). Esta solución refleja una situación subóptima en sentido paretiano ya que existe una solución en la que los dos individuos mejoran respecto a la situación anterior y que viene dada por la opción negar-negar, es decir, (-1,-1). Esta solución es óptima en sentido paretiano y si ambos jugadores pudieran llegar a un acuerdo y garantizar su cumplimiento podría mejorar su bienestar.

Los juegos vistos hasta el momento suponen que los agentes actúan en un único momento del tiempo. Sin embargo el panorama cambia sustancialmente cuando los agentes juegan repetidamente. La repetición del juego ofrece la posibilidad a los jugadores de crear una reputación moral a pagar definida en el tiempo.

7 Además es una estrategia dominante.



Si el juego tiene un número fijado de rondas conocido con anterioridad, ninguno de los dos jugadores cooperará ya que los agentes solamente cooperan porque esperan sacar beneficios futuros derivados de esa cooperación con una nueva cooperación ulterior. Según Milgrom y Roberts (1993):

«Una restricción importante en los mecanismos que basan la exigibilidad en la reputación es que el horizonte previsto para la relación debe ser suficientemente lejano para permitir que el valor de la reputación exceda a la ganancia derivada del engaño. Más aún, si supieran que están alcanzando el final de la relación, los rendimientos de mantener la reputación serán escasamente valorados y pueden ser insuficientes para impedir el quebranto de la confianza.»

Sin embargo, cuando el juego se repite indefinidamente, los jugadores tienen capacidad para influir en la conducta del otro. Esta estrategia conocida con el nombre de «ojo por ojo»<sup>8</sup> y derivada de un experimento realizado por Axelrod en 1984, consiste en que cada individuo se comporta como lo hizo el otro individuo en la ronda anterior.

#### 4. Recapitulación

Por lo tanto, un equilibrio de Nash representa una solución no cooperativa y subóptima en sentido paretiano. Las decisiones de un individuo se fundamentan en una preocupación por el bienestar propio e ignora a los demás individuos. La provisión privada de un bien público conduce inexorablemente a una solución subóptima. Si interviniera una autoridad supranacional por encima de todos los individuos que se rigiera por el interés general y que maximizara el bienestar social existiría la posibilidad de alcanzar una asignación óptima de Pareto.

#### 5. Bibliografía

ANDREONI J. (1988a). «Privately provide public goods in a large economy: the limits of altruism». *Journal of Public Economics*, vol. 35, pp. 57-73.

---

8 En Axelrod (1984) se denomina «tic for tac».

- ANDREONI J. (1988b). «Why free-rider?». *Journal of Public Economics*, vol. 37, pp. 291-304.
- AXEROLD R.(1984). *The evolution of cooperation*. Basic Books. New York.
- BERGSTROM, BLUME y VARIAN (1986). «On the private provision of public goods». *Journal of Public Economics*, vol. 29, pp. 25-49.
- CHAMBERLIN (1974). «Provision of collective goods as a function of group size». *American Political Science Review*, vol. 68, pp. 707-716.
- CHAMBERLIN (1976). «A diagrammatic exposition of the logic of collective action». *Public Choice*, vol. 26, pp. 59-74.
- CORNES R. y SANDLER T. (1996). *The theory of externalities, public goods and club goods*. Cambridge University Press. Primera Edición 1986. Segunda Edición 1996.
- LINDAHL, E. (1919). *Positive losung, die gerechtigkeit der bes-teuerung*, Lund, reimpresso como «Just taxation-a positive resolution», en Musgrave R.A. y Peacock A.T. (dir.), *Classics in the theory of public finance*, London, Macmillan.
- MCGUIRE M. (1974). «Group homogeneity and aggregate provision of a pure public good under Cournot behavior». *Public Choice*, vol. 18, pp. 107-26.
- MILGROM P. y ROBERTS J. (1993). *Economía, organización y gestión de la empresa*. Ariel Economía. Barcelona. Primera edición, 1992.
- MYLES G. D (1995). *Public Economics*. Cambridge University Press. Primera Edición.
- SAMUELSON, P. A. (1958). «An exact consumption-loan model of interest with or without the social contrivance of money». *Journal of Political Economy*, 66, 467-482.
- STIGLITZ J. E.(1992). *La Economía del Sector Público*. Ed. Antoni Bosch. Primera edición 1986. Primera reimpresión 1992.
- VARIAN H. R (1996). *Microeconomía Intermedia. UN enfoque moderno*. Antoni Bosch Primera Edición 1987. Barcelona. Cuarta Edición.
- WARR P. G.(1983). «The private provision of a public good is independent of the distribution of income». *Economics Letters*, vol. 13, pp. 207-211.