I. ARTICULOS GENERALES

*ESTRATEGIAS DE SEGURIDAD PARETO ÓPTIMAS EN MODELOS DE INTERACCIÓN ENTRE EMPRESAS**

Luisa Monroy Berjillos
Amparo María Mármol Conde**

RESUMEN

La Teoría de Juegos estudia situaciones conflictivas, alguna de ellas clásicas como el dilema del prisionero, donde se ponen de manifiesto los problemas que surgen al considerar los puntos de equilibrio como concepto de solución para juegos de suma no nula. Estas dificultades pueden provenir tanto de la existencia de múltiples puntos de equilibrio como de la no eficiencia de los pagos que proporcionan. En este trabajo aplicamos un análisis alternativo para juegos simétricos 2x2 de suma no nula, cuya estructura estratégica se adapta a gran variedad de problemas económicos competitivos. Analizándolos como juegos matriciales bicriterio, proporcionamos soluciones que son independientes de la noción de equilibrio, de forma que un jugador sólo considera a su adversario para establecer los niveles de seguridad.

PALABRAS CLAVE: Teoría de juegos, Puntos de equilibrio, Juegos multicriterio, Estrategias de seguridad Pareto-óptimas.

ABSTRACT

Game Theory studies conflicts situations, some of them classic as the prisoner's dilemma, (between people) where problems for the applicability of the concept of equilibrium, as an unquestionable solution concept, for non-zero sum games, are shown. These difficulties might come from the multiplicity of Nash equilibrium, as well as from the inefficiency of the associated payoffs. In this paper we consider a new way to analyze 2x2 bimatrix non-zero sum games, which include a wide variety of important social and economic situations. This new approach consists of considering the games as vicriteria matrix games that allow to provide security strategies based on Parteo optimality. This solution concept is independent of the notion of eequilibrium, so that the opponent is only taken into account to establish the security levels for one's own payoff.

KEY WORDS: Game theory, equilibria, Multicriteria games, Pareto-optima safety strategies.

---

* Original recibido en Julio de 1999 y revisado en Octubre de 1999.
** Profesoras Titulares del Departamento de Economía Aplicada III de la Universidad de Sevilla.

1. INTRODUCCIÓN

La teoría de juegos no cooperativos construye modelos formales de situaciones conflictivas entre agentes económicos. Presupone que cada jugador intenta maximizar, independientemente, su función de beneficios en un contexto donde los beneficios de cada jugador dependen, no sólo de su decisión, sino también de las decisiones tomadas por los otros jugadores y donde no se pueden establecer acuerdos vinculantes. El equilibrio, en estos casos, consiste en una situación en que ningún jugador tiene incentivo para cambiar su estrategia si toma como dadas las de sus rivales.

Nash (1951) estableció la existencia de al menos un punto de equilibrio para juegos finitos cuando se consideran estrategias mixtas. Pero en muchas ocasiones surgen problemas cuando se considera este concepto de solución. En particular, en los juegos bipersonales de suma no nula, aunque está garantizada la existencia de equilibrio, éste no tiene porqué ser único, y si hay varios, pueden no ser ni equivalentes ni intercambiables. Incluso si hay un único punto de equilibrio, puede no ser eficiente, proporcionando pagos que pueden mejorarse. Por otra parte, si no hay acuerdos vinculantes, los jugadores eligen sus estrategias sin tener información sobre las estrategias que elegirán los demás, por lo que no es fácil predecir cómo actuarán los jugadores racionales.

En este trabajo analizamos juegos bipersonales de suma no nula donde cada jugador tiene dos estrategias. Estos juegos constituyen una clase importante, pues las situaciones en las que los jugadores dudan en elegir entre dos equilibrios, se corresponden formalmente con estos modelos. Su estudio, además de reducir a lo esencial los aspectos estratégicos de una situación dada, nos permite presentar algunas ideas fundamentales en su forma más pura, que pueden extenderse a juegos más generales.

En esta clase de juegos se incluyen los denominados *dilemas de ámbito social*: el dilema del prisionero, el juego del gallina, la caza del venado, el atolladero, (Poundstone, 1995). Todos guardan una estrecha relación entre sí, siendo el dilema del prisionero el más estudiado.

La importancia del dilema del prisionero radica en que constituye una analogía directa de muchas clases de comportamientos económicos. Por ejemplo, en un duopolio de Cournot cada jugador elige de forma independiente la cantidad de producto que va a llevar al mercado, si una empresa aumenta su producción sus beneficios aumentan, al menos durante un tiempo, y los de su rival disminuyen. Pero si las dos empresas incrementan sus volúmenes de producción, ambas empeoran. Otras situaciones con características similares al dilema del prisionero, aparecen cuando dos empresas afrontan una guerra de precios, dos naciones compiten en una carrera de armamento, o dos agricultores aumentan la producción de su cosecha.

En realidad el conflicto que se plantea es cuál debe ser el objetivo del jugador, si lo que es mejor para él como individuo, o lo que es mejor para él como parte de un grupo. Es decir, es un conflicto entre la racionalidad individual y la racionalidad colectiva.

Estas consideraciones nos llevan a plantear un análisis alternativo que se basa en los juicios que puede hacer un jugador. Dado el carácter bidimensional de los pagos en los juegos bipersonales de suma no nula, parece lógico analizar estas situaciones como juegos multicriterio. En los últimos años se han propuesto diferentes conceptos de solución para estos juegos (Fernández y otros, 1997, Fernández y otros, 1998 a) 1998 b)).

En este trabajo estudiamos los juegos 2x2 simétricos de suma no nula considerando el concepto de estrategia de seguridad Pareto-óptima propuesto por Ghose y Prasad (1989), que es independiente de la noción de equilibrio, de forma que un jugador sólo tiene en cuenta a su adversario para establecer los niveles de seguridad que puede conseguir. Cuando se seleccionan estrategias teniendo en cuenta el concepto de nivel de seguridad, se tiene la propiedad importante de que los pagos obtenidos mediante las estrategias seleccionadas no pueden empeorarse, aunque el jugador contrario se desvíe de su estrategia.

El trabajo está organizado de la siguiente forma. En la sección 2 se establecen los conceptos que se aplicarán en el análisis de los juegos simétricos 2x2. En la sección 3 se estudian estos juegos como juegos matriciales bicriterio estableciendo una clasificación de los mismos. En la sección 4 se analizan dos modelos de interacción entre empresas cuya estructura se corresponde con los dilemas del prisionero y del gallina respectivamente. El trabajo finaliza con la sección 5 dedicada a las conclusiones.

2. CONCEPTOS PREVIOS

Un juego bimatricial 2x2 es un juego de dos jugadores, de suma no nula donde cada jugador dispone de dos estrategias puras I, y II. Los pagos pueden representarse por un par de matrices de orden 2x2, A para el jugador 1 y B para el jugador 2. Sean X e Y los espacios de estrategias mixtas de cada uno de ellos respectivamente

$$X = \{\ x = (x_1, x_2),\ \ x_1, x_2 \geq 0,\ \ x_1 + x_2 = 1\}$$

$$Y = \{\ y = (y_1, y_2),\ \ y_1, y_2 \geq 0,\ \ y_1 + y_2 = 1\}$$

En el análisis que proponemos se estudia el planteamiento que un jugador puede hacer de modo aislado. En este caso, el jugador siempre buscará lo mejor para sí, pero como sus acciones repercuten en el resultado del otro jugador, el estudio puede enfocarse de dos formas distintas. En uno de ellos, el jugador trata de obtener lo mejor para ambos, situación que denominamos de *actitud positiva*, mientras que en el otro, un jugador intenta conseguir lo mejor para sí, pero perjudicando al contrario, situación que denominamos de *actitud negativa*.

Situación de actitud positiva. Supongamos que el jugador 1, desde un punto de vista conservador, quiere determinar la estrategia que le proporcione el mejor resultado que pueda asegurarse, tanto para él como para su oponente. Para ello, debe considerar los pagos más desfavorables que pueda obtener con cada estrategia $x \in X$ y que vienen dados por $v_1(x) = \min_{y \in Y} x^t A y$, $v_2(x) = \min_{y \in Y} x^t B y$ y determinar aquellas estrategias que sean eficientes, es decir aquellas estrategias $x^* \in X$ que verifican queno existe otra estrategia $x \in X$ tal que $v_1(x) \geq v_1(x^*)$, y $v_2(x) \geq v_2(x^*)$ con alguna desigualdad estricta. El jugador 1 busca estrategias

$x \in X$ que maximicen en sentido vectorial los valores $v_1(x)$ y $v_2(x)$. Para ello, debe resolver el problema lineal bicriterio (Fernández y Puerto, 1996)

$$\begin{aligned} \max \quad & v_1, v_2 \\ \text{s.a.} \quad & x^t A \geq (v_1, v_1) \\ & x^t B \geq (v_2, v_2) \\ & x_1 + x_2 = 1 \\ & x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

Estas estrategias eficientes las llamamos estrategias de seguridad Pareto-óptimas (POSS). Los niveles de seguridad que el jugador 1 consigue con ellas no pueden mejorarse conjuntamente. Este planteamiento es similar a considerar el juego, desde el punto de vista del jugador 1, como un juego múltiple de suma nula con matriz de pagos (A,B).

Situación de actitud negativa. Consideremos ahora que el jugador 1 quiere determinar una estrategia que le proporcione el máximo del mínimo de sus pagos y el mínimo del máximo de los pagos del otro jugador. En este caso, para cada $x \in X$ los niveles de seguridad son. $v_1(x) = \min_{y \in Y} x^t Ay$, $v_2(x) = \max_{y \in Y} x^t By$. En esta situación, el planteamiento corresponde a considerar el juego desde el punto de vista del jugador 1 como un juego múltiple de suma nula de matriz (A,-B). Para obtener las POSS se resuelve el problema lineal biobjetivo:

$$\begin{aligned} \max \quad & v_1, -v_2 \\ \text{s.a.} \quad & x^t A \geq (v_1, v_1) \\ & x^t B \leq (v_2, v_2) \\ & x_1 + x_2 = 1 \\ & x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

3. JUEGOS 2X2 SIMÉTRICOS DE SUMA NO NULA

Un juego simétrico es aquel en que, bajo circunstancias equivalentes, los resultados son los mismos para cada jugador. Ningún jugador tiene ventaja de ningún tipo. Cada jugador tiene el mismo conjunto de estrategias y la misma función de utilidad, en el sentido de que si dos jugadores intercambian sus estrategias también intercambian sus ganancias, y cuando escogen la misma estrategia obtienen la misma ganancia. De esta forma, un juego 2x2 simétrico puede representarse como:

		Jugador 2	
		I	II
Jugador 1	I	(a,a)	(b,c)
	II	(c,b)	(d,d)

Está caracterizado por un par de matrices

$$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \qquad B = \begin{pmatrix} a & c \\ b & d \end{pmatrix}$$

Al determinar un orden de preferencias entre los pagos queda definido un tipo de juego. Algunas de estas ordenaciones no generan situaciones de conflicto, pues las estrategias para obtener los mejores resultados son evidentes. Por ejemplo si $a > b > c > d$, ambos jugadores elegirán su primera estrategia, obteniendo el pago (a,a), que es el mejor posible para ambos. Otras ordenaciones dan lugar a situaciones más complicadas. Supongamos el caso en que $c > a > d > b$. El mejor pago para el jugador 1 se obtiene cuando él juega la segunda estrategia, y el jugador 2 la primera estrategia. El mejor pago para el jugador 2 se obtiene también cuando él juega la segunda estrategia y el jugador 1 la primera. Esto es, la segunda estrategia es dominante para ambos. Ahora bien, si los dos jugadores utilizan esta estrategia obtienen un resultado peor que el que obtendrían en caso de escoger ambos su primera estrategia. Cuando el resultado de jugar la estrategia dominante de cada jugador es malo para los dos jugadores, estamos en la situación conocida como *el dilema del prisionero*.

A continuación se estudian los juegos 2x2 simétricos considerándolos como juegos matriciales bicriterio, y buscando estrategias de seguridad para uno de los jugadores. El considerar el juego desde el punto de vista biobjetivo tiene la ventaja de que permite tener en cuenta los pagos del otro jugador aunque el jugador actúe en su propio provecho.

Dependiendo de las relaciones entre los parámetros *a, b, c, d,* que representan los pagos del juego para los jugadores se obtienen como soluciones del juego los siguientes conjuntos de POSS:

		Actitud Positiva	Actitud Negativa
$d < a, b, c$	$a, c < b$	I	I
	Otro caso	I	Todas
$a < b, c, d$	$b, d < c$	II	II
	Otro caso	II	Todas
$c < b < a < d$		Todas	I
$b < d, c < a$ ó $b < a, d < c$		Todas	II
Otro caso		Todas	Todas

Obsérvese que si d es el menor de los pagos posibles, la primera estrategia pura del Jugador 1 es una estrategia de seguridad Pareto-óptima tanto para el caso de actitud positiva como negativa. Además es la única si b es el mayor de los pagos. Si esto último no ocurre, para la actitud negativa son POSS las dos estrategias puras del jugador y por tanto, también todas las estrategias mixtas. Análogamente, si a es el menor de los pagos, la segunda estrategia del jugador es POSS para las dos actitudes, siendo la única si c es el mayor de los pagos. Además obsérvese que, en todos los casos, al menos una de las dos estrategias del jugador es POSS con relación a las dos actitudes.

4. MODELOS DE INTERACCIÓN ESTRATÉGICA ENTRE EMPRESAS

En este apartado analizamos dos modelos de interacción entre empresas, donde cada jugador (empresa) puede elegir entre dos alternativas. Son situaciones que pueden modelizarse como juegos 2x2 simétricos, por lo que se ajustan a alguno de los casos analizados. En el caso a) los pagos verifican $b < d < a < c$, se corresponde con la situación del dilema del prisionero. En el modelo descrito en b) la relación entre los pagos es $a < c = d < b$.

a) Modelo Publicitario

La publicidad es una variable de decisión estratégica muy importante en modelos de oligopolio cuando la información que los consumidores tienen con respecto a preferencias, precio o características de los productos es incompleta. Cuando una empresa tiene un solo competidor importante, su objetivo suele ser conseguir la mayor cuota de mercado posible disminuyendo la de su competidor, para así aumentar los beneficios.

Gadner (1996) estudia un modelo de publicidad en televisión con el enfoque clásico de equilibrio de Nash. En este trabajo analizamos el problema desde otro punto de vista, considerándolo como un juego matricial bicriterio y buscando estrategias de seguridad para uno de los jugadores.

Dos empresas, que compiten en la venta de un determinado producto y cuando adoptan estrategias comparables disfrutan también de beneficios y cuotas de mercado comparables, desean aumentar su participación en el mercado y se plantean la posibilidad de realizar una campaña publicitaria en televisión. Las estrategias de cada empresa son hacer publicidad en televisión o no. El efecto esperado que producirán las distintas estrategias se recoge en la siguiente matriz:

		Compañía 2	
		No publicidad enTV	Publicidad en TV
Compañía 1	No publicidad TV	(50 , 50)	(20 , 60)
	Publicidad TV	(60 , 20)	(27 ,27)

Observemos que si la Compañía 1 hace publicidad en televisión y la Compañía 2 no, los beneficios de la primera aumentan un 20%, lo mismo ocurre si se intercambian los papeles. Por ello, cada compañía tiene incentivos en anunciar sus productos, puesto que esta estrategia es dominante para ambas. Este juego tiene un único equilibrio de Nash en el que las dos empresas hacen publicidad en televisión. Sin embargo, los beneficios que consiguen cada una en el equilibrio son de 27 millones de u.m., 23 menos que si las compañías se abstuvieran de hacer publicidad. Esto es debido a que la publicidad de una tiende a anular la de la otra, dejando las ventas del sector más o menos igual, pero a un coste mucho más alto.

Los elementos básicos que caracterizan a este juego son los siguientes. Cada jugador tiene dos elecciones básicas: puede actuar cooperativamente o competitivamente. Si los dos actúan cooperativamente cada uno de ellos consigue mejores resultados que cuando actúan competitivamente. Ahora bien, una vez que un jugador ha escogido su estrategia el otro consigue mejores resultados jugando competitivamente en lugar de hacerlo cooperativamente. Esta situación es la que se da en el *dilema del prisionero.*

La característica fundamental de este tipo de juegos es que la estrategia competitiva que indica el equilibrio de Nash es tan poco atractiva, que un jugador racional intentaría justificar una estrategia cooperativa. Sin embargo, asumir que la otra compañía no hará publicidad no es más que una suposición, e incluso en el caso que lo hiciera, la otra empresa dudaría de la oportunidad de su elección ya que puede lograr un resultado mejor jugando competitivamente. Aunque esta actitud puede considerarse egoísta, los jugadores utilizarán aquellas estrategias que les permitan alcanzar mejor sus objetivos, sean estos egoístas, altruistas o del tipo que sean.

En el análisis que proponemos, aunque el jugador actuase siempre en su propio provecho, el considerar el juego desde el punto de vista biobjetivo, tiene la ventaja de que permite tener en cuenta los pagos del otro jugador con dos actitudes diferentes. Este tratamiento proporciona las estrategias y los correspondientes pagos de seguridad, ya sea buscando favorecer o perjudicar al otro jugador.

El modelo se representa por el juego vectorial con matrices de pago:

$$A = \begin{pmatrix} 50 & 20 \\ 60 & 27 \end{pmatrix} \qquad B = \begin{pmatrix} 50 & 60 \\ 20 & 27 \end{pmatrix}$$

La compañía 1 desea jugar estrategias que den lugar a niveles de seguridad que no sean mejorables conjuntamente para ambos jugadores. Así, desde una actitud positiva, debido a la estructura de los pagos, si hace publicidad se asegura un beneficio como mínimo de 27 millones de u.m. para sí mismo y de 20 millones de u.m. para la otra compañía. Es decir, el vector de nivel de seguridad es (27,20). Ahora bien, si juega a no hacer publicidad el beneficio que obtiene para sí es al menos de 20 millones de u.m. y de 50 para la otra compañía. En este caso el vector de nivel de seguridad es (20,50). Observemos que estos vectores de seguridad que el jugador I obtiene son no dominados, esto quiere decir que, desde una actitud positiva con respecto al otro jugador, cualquiera de las dos decisiones sería lógica. Además como estas estrategias se obtienen como soluciones eficientes extremas de un problema lineal bicriterio, todas las combinaciones convexas de ellas serán también no dominadas, por ello si el juego se repitiera, cualquier decisión sería racional bajo este punto de vista.

Desde una actitud negativa, la compañía 1 busca estrategias que le aseguren el mayor beneficio, y el menor beneficio para la otra compañía. En este sentido, la única estrategia que le proporciona pagos no dominados es hacer publicidad ya que se asegura no menos de 27 millones de u.m. de beneficio y no más de 27 millones para la otra compañía. El vector de nivel de seguridad para esta decisión es (27,27). En este caso, ninguna estrategia mixta es no dominada en seguridad, por lo que aunque el juego se jugase repetidamente, la compañía 1 siempre escogería la misma estrategia. Cualquier desviación de esta estrategia podría interpretarse como un cambio de actitud en el jugador en el sentido de que en algún momento puede buscar favorecer, o al menos no perjudicar a la otra empresa.

b) Oportunidad de entrada en un mercado.

El modelo que analizamos a continuación, propuesto por Gadner (1996), pone de manifiesto la analogía entre la interacción estratégica entre dos empresas y el juego del gallina, descrito por Russel en 1959. Al igual que el dilema del prisionero, este juego constituye un modelo importante para simular toda una gama de conflictos sociales.

Dos empresas, 1 y 2, disponen de una única oportunidad para entrar en un mercado que cualquiera de las dos podría aprovechar. Si una empresa aprovecha la oportunidad de mercado, obtiene un beneficio de 100. Si ambas empresas la aprovechan, cada una pierde 50. Si una empresa permanece fuera de este mercado, ni gana ni pierde. Las empresas deciden si entrar o no simultáneamente. La forma normal de este juego viene dado en la siguiente tabla:

		Empresa 2	
		Entrar	Quedarse fuera
Empresa 1	Entrar	(-50, -50)	(100, 0)
	Quedarse fuera	(0, 100)	(0, 0)

Este juego tiene dos equilibrios de Nash en estrategias puras que corresponden a que una de las empresas entre en el mercado y la otra no, proporcionado los pagos (100, 0) y (0, 100). La empresa que entra en el mercado disfruta de una ganancia mucho mayor que la empresa que se queda fuera. Además este juego tiene un equilibrio de Nash en estrategias mixtas formado por la estrategia x = (2/3, 1/3) de la empresa 1 y la estrategia y = (2/3, 1/3) de la empresa 2. Este par de estrategias proporcionan un pago de (0,0), que como puede observarse es un resultado ineficiente.

Una de las empresas podría ganar mucho más dinero entrando en el mercado si tuviera la seguridad de que la otra empresa no iba a entrar. Esta seguridad es precisamente lo que falta. La particularidad de este juego es que las dos empresas quieren hacer lo contrario de lo que va a realizar la otra. En efecto, si una de ellas supiera con total seguridad que la otra va a quedarse fuera, entraría, y si supiese que la otra empresa va a entrar, se quedaría fuera pues es mejor no ganar nada que perder 50. Pero si las dos empresas deciden hacer lo contrario ¿cuál es la mejor opción?. Según la teoría de Nash, cualquiera de los dos pagos es un resultado racional y equivalente al otro, sin embargo puede ocurrir que la opción de una empresa no le lleve a un resultado de equilibrio, pues necesita que la otra empresa elija la opción contraria. Así, si cada empresa espera que su opción sea un punto de equilibrio, puede decidir entrar en el mercado basándose en que está de acuerdo con una solución racional correspondiente a un punto de equilibrio de Nash. De esta forma ambas empresas pueden arruinarse racionalmente.

Es difícil evitar que las dos empresas adopten la misma estrategia. Los dos principios importantes que chocan en este juego son eficiencia y justicia. La eficiencia dicta que se juegue un equilibrio con las mayores ganancias totales y la justicia requiere que se juegue un equilibrio en el que cada jugador gane lo mismo, es decir que sea simétrico en los pagos.

El procedimiento de resolución que proponemos para resolver este juego proporciona estrategias cuyos pagos asociados son no dominados. Consideremos pues las dos matrices de pagos de cada una de las empresas.

$$A = \begin{pmatrix} -50 & 100 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \qquad B = \begin{pmatrix} -50 & 0 \\ 100 & 0 \end{pmatrix}$$

Con nuestra metodología, bajo una actitud positiva del jugador I, sólo existe una estrategia de seguridad que proporciona pagos no dominados, que es no entrar en el mercado. El pago mínimo que se obtiene es (0, 0). Es decir con esta estrategia la empresa 1 se asegura que al menos ninguna empresa tendrá pérdidas. Si juega con actitud negativa, ninguna de las dos decisiones está dominada por la otra, puesto que los niveles de seguridad que consigue son (-50, 0) y (0, 100) respectivamente, por lo que cualquiera de ellas sería racional desde este punto de vista. Obsérvese, que en este caso, el hecho de querer perjudicar al contrario lleva a la empresa 1 a considerar incluso arriesgarse a tener grandes pérdidas, a diferencia del caso de la actitud positiva.

5. CONCLUSIONES

La mayoría de las aplicaciones económicas de la Teoría de Juegos utiliza el concepto de equilibrio de Nash, sin embargo no hay un argumento general y convincente para que el resultado de un juego sea un punto de equilibrio, cuando éste se juega una sola vez. Por ello, es interesante conocer que predicciones se pueden hacer sobre el resultado de un juego sin asumir que se obtendrá un equilibrio de Nash. En este sentido, se ha introducido una nueva forma de analizar los juegos simétricos 2x2, considerándolos como juegos bicriterio de suma nula. Las estrategias de seguridad Pareto-óptimas que se consideran como concepto de solución de los juegos presentados en este trabajo, permiten al jugador conocer cuál es el pago que como mínimo podrá conseguir, independientemente de lo que haga el otro jugador.

BIBLIOGRAFÍA

FERNANDEZ, F.R. y PUERTO, J. (1996): "Vector Linear Programming in Zero-sum Multicriteria matrix games". *Journal of Optimization Theory and Applications*, 89, 115-127.

FERNANDEZ, F.R., MARMOL, A. M., MONROY, L. y PUERTO, J. (1997): "Utopian Efficient Strategies in Multicriteria Matrix Games", En *Advances in Multiple Objective and Goal Programming*. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. Vol. 455, pp. 245-254. Springer Verlag.

FERNANDEZ, F.R., PUERTO, J., MONROY, L. (1998a): "Two-person non Zero-sum Games as Multicriteria Matrix Games". *Annals of Operations Research,* 84, 195-208.

FERNANDEZ, F.R., MONROY, L. y PUERTO, J. (1998b): "Multicriteria Goal Games". *Journal of Optimization Theory and Applications* 99, 403-421.

GARDNER, R. (1996): *Juegos para Empresarios y Economistas.* Antoni Bosch Ed., Barcelona.

GHOSE, D., PRASAD, U.R.(1989): "Solution Concepts in Two-person Multicriteria Games". *Journal of Optimization Theory and Applications,* 63, 167-189.

NASH, J. (1951): "Noncooperative Games". *Annals of Mathematics*, 54, 286-295.

POUNDSTONE, W. (1995): *El Dilema del Prisionero.* Alianza Editorial, Madrid.

RUSSEL, B. (1959): *Common Sense and Nuclear Warfare.* Simon&Schuster.