

MERCADOS Y TEORÍA DE JUEGOS

AUTOR: MARIO ALÍ RODRÍGUEZ S.



San Marcos

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	2
PANORÁMICA GENERAL	2
ELEMENTOS DE UN JUEGO	2
Jugadores	3
Estrategias.....	3
Ganancias.....	3
Reglas.....	3
REPRESENTACIÓN DE LOS JUEGOS.....	4
Forma Extensiva.....	4
Forma normal	5
La Función de coalición.....	6
TIPOS DE JUEGOS.....	6
Juegos cooperativos y no cooperativos.....	7
Juegos simétricos y asimétricos.....	7
Los juegos repetidos	8
El problema de la fijación de los precios	9
Juegos secuenciales y simultáneos.....	12
TIPOS DE ESTRATEGIAS.....	13
Estrategias dominantes y dominadas.....	14
El problema de la elección de un producto	18
Estrategias Maximin.....	19
Estrategias Mixtas.....	21
El juego de las monedas	21
La batalla de los sexos.....	22
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
Bibliografía.....	25



INTRODUCCIÓN

La importancia que tiene la teoría de juegos en el entendimiento del comportamiento del poder del mercado, en aquellos mercados no competitivos, como son los monopolios, oligopolios, y sus variantes, para una toma de decisiones económicas importantes, para el desarrollo de la empresa y sus estrategias para enfrentar el medio en el cual se encuentra.

PANORÁMICA GENERAL

Con objeto de realizar una breve panorámica de qué puede entenderse por Teoría de los Juegos, procedente pasar a explicar qué podemos entender por juego:

El juego puede definirse como “*una situación en la que los jugadores (participantes) toman decisiones estratégicas*”. ¿Qué suponen estas decisiones? “*que tienen en cuenta las acciones y las respuestas de los otros jugadores (competidores) y reportan ganancias a ambos participantes*”. Normalmente suele desarrollarse en el marco de un conjunto de reglas.

Se puede definir que un juego es una situación en la que compiten dos o más jugadores. En otras palabras, es cualquier problema de toma de decisiones, donde el rendimiento (que obtiene una persona) depende no sólo de sus propias decisiones sino también de las decisiones de las otras personas que participan en el juego. Adicionalmente, un juego es cualquier situación en la que los individuos deben tomar decisiones estratégicas y en la que el resultado final depende de lo que cada uno decida hacer.

Podemos definir como el objetivo principal de esta teoría: la determinación de patrones de comportamiento racional en la que los resultados dependen de las acciones de los jugadores interdependientes.

ELEMENTOS DE UN JUEGO

Partiendo de la base del modelo general de la Teoría de los juegos, podemos añadir a lo anteriormente expuesto que un juego trata de un determinado número de jugadores que intervienen en una partida comportándose siempre de acuerdo con determinadas reglas. Las ganancias de cada uno en la partida dependen de sus propias acciones y también de las de los otros jugadores. Por tanto, los elementos que componen todo juego son los siguientes:

Jugadores

Se trata de cada uno de los agentes que toma decisiones estratégicas. Pueden elegir entre un conjunto de alternativas posibles. Optará por la más conveniente para él.

Estrategias

Se ha introducido, por tanto, un segundo concepto al hablar de la toma de decisiones estratégicas: la estrategia es una regla o plan de acción para jugar. No obstante, la Teoría de los juegos pretende averiguar la estrategia óptima, la que maximiza la ganancia esperada de un jugador.

La estrategia puede ser pura –si una determinada decisión se toma con certeza- o mixta - si se toma bajo condiciones de incertidumbre que serían Estrategias mixtas.

Ganancias

Pueden definirse como los rendimientos que cada jugador obtiene una vez el juego ha finalizado. Es decir, las utilidades o beneficios.

Reglas

Conjunto de directrices que establecen las normas aplicables para saber cómo se ha de proceder en un determinado juego. Son, por ende, nuestras limitaciones institucionales o físicas.

Podemos encontrar numerosas clases de juegos. Sin embargo, centraremos nuestra atención en jugadores racionales; es decir, nos encontraremos en la siguiente situación: un juego en el que los jugadores son racionales y actúan con objeto de obtener la maximización de sus beneficios. Entonces, lo que nos habremos de plantear será si es necesario tener en cuenta las decisiones estratégicas de nuestros competidores para actuar en consecuencia; o, por el contrario, no nos vemos afectados por las decisiones de estos y, hagamos lo que hagamos, no tenemos por qué contar con información de lo que los otros hacen.

Dado que la Teoría de los Juegos cuenta con diferentes tipos de juegos, considero de gran relevancia pasar a examinar sus diferentes tipos, aplicación y las consecuencias derivadas de los mismos en lo que a la toma de decisiones empresariales se refiere; ilustrados, a su vez, con sus respectivos ejemplos.

REPRESENTACIÓN DE LOS JUEGOS

No obstante, antes de pasar a la enumeración y explicación de la tipología de juegos, me gustaría explicar las diferentes formas en las que un juego puede ser representado. Esas formas son: extensiva o normal:

Forma Extensiva

Un juego de estas características se compone de:

- El conjunto de jugadores que toman decisiones y son racionales (maximizan su utilidad).
- Un árbol del juego compuesto de:
 - a) Nodos, uno para cada jugador;
 - b) acciones que dispone un jugador en cada uno de sus nodos.
- La información que dispone un jugador en cada nodo en el que le toca decidir.
- Las estrategias de cada jugador: instrucciones que le dicen que acción elegir cuando llega a uno de sus conjuntos de información.
- Los pagos a los jugadores en los nodos terminales del árbol del juego.

En este juego se cumplen las siguientes reglas:

- **Regla 1:** Cada uno de los nodos son sucesores del nodo inicial. Este último es el único que tiene a todos los restantes nodos como sucesores.
- **Regla 2:** Cada nodo excepto el nodo inicial, tienen exactamente un antecesor inmediato. El nodo inicial no tiene antecesores. Esto garantiza que los senderos no se cruzarán.
- **Regla 3:** Si de un mismo nodo se extienden múltiples ramas, cada una de ellas representará distintas acciones distintas acciones.

- **Regla 4:** Cada uno de los nodos pertenecientes a un conjunto de información no unitario debe tener el mismo número de sucesores inmediatos, y deben tener el mismo conjunto de acciones (representadas en las ramas). La importancia de esta regla, reside en que, en caso contrario, cada jugador podría distinguir el nodo exacto en el cual le toca tomar su decisión.

Forma normal

Se compone de:

- Un conjunto de jugadores cuyos nombres están listados en un conjunto.
- Cada jugador tiene un juego de acciones que es el conjunto de todas las acciones disponibles para un jugador.
- Cada jugador tiene una función de pagos que asigna un número real para cada solución del juego.

¿Cómo se ha de proceder?

1. Se hace un listado con las estrategias posibles de cada jugador.
2. Se colocan las estrategias en una matriz.
3. Las filas de la matriz corresponden a las estrategias del jugador 1, las columnas a las estrategias del jugador 2.
4. Las ganancias de las ramas terminales se colocan en las casillas de la matriz.

Un mismo juego puede ser representado tanto de forma extensiva como normal.



La Función de coalición

Sería otra forma de representación de un juego. ¿Cuándo se emplea? Fundamentalmente en juegos cooperativos. Se trataría, tan sólo, de saber contestar a dos cuestiones:

1. ¿Cuánto es lo mínimo que puede conseguir cada jugador actuando en forma unilateral?
2. ¿Cuánto es lo mínimo que pueden obtener los dos jugadores cooperando?

Es empleada básicamente para estudiar la repartición de los rendimientos obtenidos en la cooperación entre participantes.

TIPOS DE JUEGOS

Por tanto, ¿qué conclusiones podemos extraer de lo anteriormente expuesto? Es decir, procederé a realizar una breve síntesis acerca de los puntos principales que caracterizan a un juego:

En **primer lugar**, la solución de un juego debería indicar a cada uno de los jugadores cuál es el resultado que cabe esperar en función de sus respectivas acciones y qué es lo que han de hacer para alcanzarlo. No obstante, siempre hemos de tener en cuenta que a los jugadores no les interesa cualquier resultado, sino que aspiran al mejor, al máximo.

En **segundo lugar**, al intervenir varios participantes, existe una disparidad de intereses que pueden entrar en conflicto. Sin embargo, es frecuente que compartan, en determinadas situaciones, ciertos intereses dando lugar a situaciones de cooperación. Siempre se hace referencia a un pastel para la explicación de lo anterior: el interés común de ambos jugadores es agrandar el pastel, pero se encontrarán en una situación de conflicto cuando procedan a su división.

Por **último**, cabe resaltar que las salidas están determinadas por la mutua selección de estrategias.

Una vez expuesto lo anterior – la esencia de los juegos – procederemos a describir en los siguientes puntos la tipología de juegos que se considera más relevante para este trabajo.

Juegos cooperativos y no cooperativos

Los cooperativos pueden definirse como un juego en el cual dos o más participantes (jugadores) aúnan todas sus fuerzas en la consecución de un fin común. Por tanto, al no tratarse de una competición entre jugadores individuales se gana o pierde como grupo. Si buscamos la participación y predominan los objetivos colectivos sobre las metas individuales, se juega con los demás y no contra los demás. Siendo, por tanto, su filosofía la elección de estrategias de manera conjunta.

Por otro lado, en los no cooperativos, se analiza principalmente al jugador individual, es decir a la empresa y, por tanto, no hay negociación posible. Por tanto, su esencia se puede resumir en que cada uno elige su estrategia óptima independientemente de lo que hagan los demás.

Es más interesante el estudio de la Teoría de los juegos no cooperativos puesto que es muy útil en los supuestos económicos en los que existen numerosos agentes relacionados por una interdependencia estratégica. Es decir, es vital para estudiar y proceder al análisis de la competencia existente entre las diferentes empresas en la misma industria.

Partiremos de la base de dos axiomas:

En **primer lugar**, del hecho de que las empresas son entes racionales: siendo su fin último maximizar beneficios; y, en **segundo lugar**, que estos entes cuando han de tomar decisiones, emplean dicha racionalidad con objeto de predecir comportamientos de los otros jugadores.

Las decisiones o estrategias de las empresas se refieren a decisiones sobre cantidades, variedades, calidades, y precios de los diferentes bienes y servicios que pueden existir muchos resultados, pero hay uno que es de equilibrio, es decir una combinación de estrategias tal que ninguna empresa tiene un incentivo para cambiar la estrategia que está aplicando, dado que tampoco lo hará ninguna de las otras empresas.

Es fundamental en estas situaciones de interacción estratégica tener información y datos sobre cuál es la estructura del mercado y cómo pueden reaccionar las demás empresas ante cambios en el entorno.

Juegos simétricos y asimétricos

Un juego simétrico es un juego en el que las recompensas por jugar una estrategia en particular dependen sólo de las estrategias que empleen los otros jugadores y no de quién las juegue. Si las identidades de los jugadores pueden cambiarse sin que cambien las recompensas de las estrategias, entonces el juego es simétrico.



Ejemplos de juegos simétricos podrían ser: el juego de la gallina, el dilema del prisionero y la caza del ciervo son juegos simétricos.

Tabla 1 Representación de un juego simétrico

	E	F
E	-9, -9	0, -10
F	-10, 0	-1, -1

Los juegos asimétricos (Tabla 1) más estudiados son los juegos donde no hay conjuntos de estrategias idénticas para ambos jugadores. Por ejemplo, el juego del ultimátum y el juego del dictador tienen diferentes estrategias para cada jugador; no obstante, puede haber juegos asimétricos (Tabla 2) con estrategias idénticas para cada jugador.

Tabla 2 Representación de un juego asimétrico

	E	F
E	1, 2	0, 0
F	0, 0	1, 2

Los juegos repetidos

Es preciso recalcar que las decisiones estratégicas no se toman sólo una vez. Pues es común que se realicen los juegos de forma repetida. Por tanto, denominamos juego repetido a aquél en el que se emprenden acciones y se reciben ganancias una y otra vez.

A su vez, el resultado obtenido del juego se ve afectado: Cada vez que se repite el juego los jugadores pueden ganarse una “reputación” sobre su conducta y estudiar la conducta de sus competidores. Es decir, cuando una empresa ha de tomar de nuevo una decisión, actuará de una forma u otra en decisiones futuras sobre los mismos asuntos teniendo en cuenta lo que su competidor hizo en situaciones precedentes.

Un ejemplo de lo anterior, puede plasmarse en guerras de precios entre empresas:

El problema de la fijación de los precios

Nos encontramos ante el supuesto de que dos Empresas (A y B) pueden cobrar un precio alto o bajo por su producto. Esta situación queda plasmada en la siguiente matriz de ganancias (Tabla 3):

Tabla 3 Matriz de ganancias

		EMPRESA B	
		Bajo	Alto
EMPRESA A	Bajo	(10;10)	(100;-50)
	Alto	(-50;100)	(50;50)

De esta matriz, podemos extraer las siguientes conclusiones:

- 1) Si tanto A como B cobran a un precio alto, obtendrán las mayores ganancias.
- 2) Si ambas cobran a precio bajo, ambas obtendrán beneficios, pero serán menores que lo que resulten de cobrar a un precio alto.
- 3) Mientras que, el riesgo que ambos observan es que, si una de ellas cobra a un precio bajo y la otra a uno alto, la segunda empresa incurrirá inminentemente en elevadas pérdidas mientras que la primera se lucrará sobremanera.

Pero si este juego se repitiera, ¿qué habrían de hacer estas empresas?: ¿cambiar el precio como respuesta a las acciones desarrolladas por su competidora? ¿El resultado se vería afectado? Lo más racional para ambos jugadores sería mantener la cooperación, si los jugadores siguen una estrategia “ojo por ojo” el no cooperar implicará que se acumularán pérdidas mayores a los beneficios obtenidos en el corto plazo.

Vamos a introducir, como consecuencia de lo anterior, un nuevo concepto:

Estrategia “ojo por ojo”: es en la que un jugador responde con la misma moneda a la jugada anterior del adversario, cooperando con los adversarios y tomando represalias contra los que no cooperan. Esta estrategia era la más sólida porque con ella se obtenían los mejores resultados. No obstante, hemos de distinguir entre juegos finitos e infinitos:

- a) **Juego repetido un número determinado de veces:** es el supuesto en el que una empresa A comienza fijando un precio alto y lo mantendrá mientras que su competidora – empresa B – coopere y lo fije también alto; en el momento que B baje el precio, A actuará en consecuencia bajando el suyo; y así sucesivamente.

Cabe resaltar que, los juegos pueden ser con información perfecta si el jugador conoce todas las acciones que se tomaron previo a su decisión o jugada, o imperfecta o incompleta, es decir, si se desconoce lo que han hecho los otros jugadores previamente o no se conoce del todo a los otros jugadores.

En este tipo de juegos, si se cuenta con información completa; es decir, siempre que los jugadores tengan una “visión de conjunto” del juego repetido y de todas sus etapas posibles, habrían sólo de determinar su estrategia “óptima” existiendo, por tanto, un equilibrio de Nash si ninguno tiene incentivos para cambiar la decisión tomada.

Sin embargo, si con información completa ningún juego repetido difiere del juego normal, es interesante resaltar ciertas precisiones:

- El número de estrategias incrementa exponencialmente con el número de veces que se repita el juego (al observarse gran diversidad de situaciones).
 - Además, tiene cabida el concepto de amenaza: “si él hace esto, yo respondo con aquello”, pero también condiciona la idea básica del equilibrio de Nash: la empresa A que quiera llevar a cabo una amenaza debe limitar¹⁷ su propia conducta de tal manera que convenza a la otra empresa B de que la A no tiene más opción que realizar aquello con lo que amenaza pues, de lo contrario, no será creíble y B comprenderá que está “falseando” por lo que procederá a realizar una estrategia idéntica a la anunciada por A.
- a) Juego repetido indefinidamente: basándonos en la matriz de pagos expuesta en la Tabla 3, podemos concluir que la empresa B (competidora) optará por una estrategia de cooperación, esto es, por establecer precios altos. La razón reside en que es racional establecer un precio alto y mantenerlo hasta que la empresa A opte por bajar los precios porque si el juego se repite, las ganancias esperadas de la cooperación son superiores a las que se obtienen fijando B un precio bajo en un principio. Porque sabe que A, en cuanto tenga noticia de que B ha fijado un precio bajo, al mes siguiente fijará también un precio bajo provocando que B tenga unos beneficios más bajos que A (que antes cobraba a un precio alto). No es racional optar por la no cooperación porque la ganancia a corto plazo obtenida como consecuencia de que B fijó un precio más bajo que su competidor (A), se ve consumida por las pérdidas acumuladas de B cuando A decide bajar el precio al mes siguiente.

El hecho de la perpetuidad es vital puesto que, de lo contrario, se llegaría a lo que denominamos unicidad del equilibrio de Nash: la posibilidad de traición nos llevaría a la desconfianza, lo que ocasionaría que, en la última jugada de cada jugador, optara por una no cooperación tal que obtenga los mayores beneficios perjudicando a su competidor que no puede hacer nada más al respecto que actuar de conformidad con la acción del primero. No obstante, si esto ya es sabido por el último jugador, traicionaría a su rival en el penúltimo juego y así sucesivamente llegando hasta el primer golpe.

La posibilidad de “ojo por ojo” en el largo plazo, hace de la cooperación una estrategia propicia puesto que a medida que se va repitiendo el juego, el coste de traicionarse es mayor. Es rentable desde el punto de vista del valor esperado. Puesto que la suma de los beneficios actuales y futuros, ponderados por la probabilidad de que se seguirá la estrategia del ojo por ojo, puede ser SUPERIOR a la suma de los beneficios generados por la guerra de precios, aunque nuestro adversario sea el primero en establecer un precio bajo pues al siguiente mes podremos bajar los precios viéndose sólo afectado el beneficio de un período – coste muy pequeño en comparación con los beneficios obtenidos por cobrar a un precio alto-.

La cuestión está en ¿coludir o no? Vamos a partir de otro ejemplo con el objeto de responder a la anterior cuestión:

Tabla 4 Colusión o no colusión

		NewBooks	
		Precio Alto	Precio Normal
Amazing	Precio Alto	(100;200)	(-20;150)
	Precio Normal	(150;-30)	(10;10)

Como se procederá a explicar posteriormente, el Equilibrio de Nash es aquel en el cual ninguno de los jugadores puede mejorar sus pagos, dada la estrategia del otro. Es decir, la estrategia de cada jugador es la mejor respuesta a las estrategias del otro (este equilibrio es válido tanto para juegos de dos como de “n” personas).

En la matriz, dicho equilibrio se alcanza si ambas empresas deciden fijar un precio normal. Pero si ambas suben el precio hasta el nivel del monopolio, maximizan el beneficio conjunto. No obstante, es tentador que una de ellas opte por no mantenerse en la cooperación – monopolio – y obtener más beneficios de forma separada. Es decir, Amazing podría decidir vender en secreto a un precio más bajo y mientras no sea descubierto, obtendría 150 de beneficio en lugar de 100. En el momento en que Newbooks se enterará de lo sucedido, bajará también sus precios al comprender que el cártel se ha deshecho. De lo anterior, podemos extraer que si no fuera posible mantener el comportamiento de cooperación (ambas mantienen los precios altos) tenderían las dos empresas hacia el equilibrio no cooperativo o de Nash (ambas venden a precios normales).

Por tanto, nos planteamos la siguiente cuestión: ¿es el equilibrio no cooperativo de Nash el equilibrio eficiente que más conviene a los dos jugadores? La Teoría de los Juegos nos enseña que puede ser ineficiente para los dos jugadores. Vamos, por tanto, a considerar el equilibrio cooperativo, el que se alcanza cuando los jugadores actúan al unísono y eligen estrategias que maximizan sus beneficios conjuntos, ejemplo de lo cual sería que dos empresas formaran un fijando un precio elevado por ambas y repartieran las ganancias obtenidas beneficiándose – los duopolistas – a costa de los consumidores. Pero esta



solución de “monopolio” no es fácil mantenerla como hemos mostramos en el ejemplo de la Tabla 3 ya que es relativamente fácil la realización de “trampas” al buscar el interés propio.

En los mercados perfectamente competitivos, el equilibrio es de Nash – o no cooperativo – en el que cada empresa y cada consumidor toman decisiones considerando dados los precios. Por lo que cada empresa maximiza los beneficios y cada consumidor maximiza su utilidad, lo que da lugar a un resultado de beneficio cero en el que el precio es igual al coste marginal.

Aquí es procedente mencionar la doctrina de la mano invisible de Adam Smith: “al buscar (un individuo) su propio interés, a menudo promueve el de la sociedad más eficazmente que si realmente pretendiera”. Nos encontramos, pues, ante una paradoja: a pesar de que cada persona de forma individual se comporte de una manera no cooperativa, el resultado económico redonda en una eficiencia social. El hecho de que las dos no puedan coludir, no significa que no alcancen un equilibrio de Nash.

A su vez, el equilibrio competitivo es un equilibrio de Nash, puesto que ninguna persona mejoraría su bienestar mediante el cambio de estrategia si todas las demás mantienen la suya. En el supuesto de que nos encontráramos en un mundo perfectamente competitivo, la conducta no cooperativa produce el estado de eficiencia económica socialmente deseable (en el caso de cooperación – cuasimonopolio – disminuiría la eficiencia de la Economía por eso los Gobiernos sancionan este tipo de comportamientos).

La cooperación sólo es factible en las industrias donde sólo compiten unas cuantas empresas, durante un largo período de tiempo en condiciones estables de demanda y costes. Como por ejemplo lo que ocurre en la industria estadounidense de los contadores de agua con las productoras: Rockwell International, Badger Meter, Neptune Water Meter Company y Hersey Products. Todas ellas llevan cooperando entre sí décadas y lo seguirán haciendo mientras sus competidoras mantengan sus posiciones.

Pero en otras industrias, es escasa o nula. La razón principal no es tanto la existencia de un gran número de empresas como las condiciones cambiantes de demanda o costes. Este es el caso de la excesiva competitividad en la fijación de precios entre aerolíneas: debido a la fluctuación impredecible de la demanda junto con el atractivo para atraer pasajeros de sus competidores vía precio, no es posible la cooperación implícita. Pues ante una amenaza de pérdida de cuota, optan o bien por una bajada masiva de precios o bien por la imitación de sus competidores.

Juegos secuenciales y simultáneos

La esencia de un juego de estrategia es la interdependencia entre las decisiones de los jugadores. Hay dos tipos de interacción: simultánea o secuencial.

En la simultánea, “las empresas deciden al mismo tiempo”; mientras que, en la secuencial, “las empresas eligen una después de otra”; sin embargo, en ambos casos se supone que los jugadores conocen las opciones estratégicas que disponen las demás empresas.

Veamos la diferencia existente en tomar decisiones de forma simultánea o secuencial. Para ello, vamos a emplear el ejemplo anterior de las dos empresas productoras de cereales de desayuno. La matriz de ganancias (tabla 5) en este supuesto varía y es la que sigue:

Tabla 5 Simultáneo y secuencial

		EMPRESA B	
		Crujiente	Dulce
EMPRESA A	Crujiente	(-5;-5)	(10;20)
	Dulce	(20;10)	(-5;-5)

1) TOMA DE DECISIONES SIMULTÁNEA (las dos a la vez)

Si ni A ni B tienen información acerca de cómo va a actuar su competidora, las dos optarán por introducir en el mercado el cereal dulce porque es el que mejores beneficios le da a cada una. No obstante, ambas incurrirán en pérdidas.

2) TOMA DE DECISIONES SECUENCIAL (una después de otra)

Si A es más rápida en producción e introduce primeramente el cereal nuevo, estamos ante la presencia de un juego consecutivo. A debe pensar que, como ambas obtienen ganancias siempre y cuando introduzcan diferentes modalidades de cereales, optará por introducir el dulce debido a que es el que mayores beneficios le proporciona.

En este caso, la empresa A – que mueve primero – tiene una ventaja clarísima puesto que no deja otra opción a la empresa B que optar por ingresar únicamente 10 o “fastidiar” a la A introduciendo el mismo cereal, incurriendo ambas en pérdidas. Como incurrir en pérdidas tampoco es rentable para B, pues es claro que A piense que B optará por introducir el cereal crujiente.

No obstante, en este caso hemos de tener especial cuidado con la estrategia ojo por ojo y lo que de ella se ha indicado en el apartado correspondiente.

TIPOS DE ESTRATEGIAS



Estrategias dominantes y dominadas

Es una de las formas más comunes para resolver un juego.

La estrategia dominante, es la óptima estrategia por la que ha de optar una empresa con independencia de cómo se comporten sus rivales. Es decir, es la que hace que una determinada empresa obtenga los mejores resultados posibles.

No obstante, lo anterior no quiere decir que obtenga los mejores resultados en todo el mercado o industria, pues además depende de la estructura del juego. Normalmente, se suele emplear una matriz de ganancias- tabla que muestra las ganancias que obtiene cada jugador dada su decisión y la de su competidor- para resumir los resultados posibles del juego.

Podemos distinguir entre:

- Estrategia estrictamente dominante. Dado que es la mejor respuesta con independencia de cómo se comporten los otros jugadores, un determinado jugador siempre optará por ella.
- Y débilmente dominante. En este caso, jugar de una determinada manera es tan bueno como jugar de otra y en algunos casos una es estrictamente mejor que la otra.

No obstante, puede darse que cada uno de los jugadores posea una estrategia dominante. En este caso, el resultado del juego se denomina equilibrio de las estrategias dominantes: cada jugador obtiene los mejores resultados posibles independientemente de lo que hagan sus competidores.

Por el contrario, la estrategia dominada, es la peor de todas las alternativas posibles a escoger. Por tanto, no se optará por ella. Ya que está lejos de poderse alcanzar con ella la máxima utilidad.

Ilustramos lo anteriormente expuesto mediante un ejemplo:

Nos encontramos en la situación en la que dos aerolíneas que ofrecen el trayecto Boston-Budapest. Partimos de la base de que ambas ya han determinado los precios de sus respectivos vuelos, no obstante, ahora habrán de establecer en qué horarios ofrecerán esos vuelos. Ambas compañías tomarán la decisión al mismo tiempo. Por tanto, ¿a qué hora establecer la salida de dicho vuelo? ¿Por la mañana o por la tarde? Pues bien, las conclusiones establecidas tras la realización de un estudio de mercado eran claras: el 70% de los potenciales clientes prefiere el horario de tarde mientras que el 30% el de mañana.

Por tanto, antes de comenzar hemos de representar el juego. Lo haremos mediante una matriz de ganancias (Tabla 6) que adquiere la siguiente forma:

Tabla 6 Matriz de ganancia de horarios

		AMERICAN	
		Mañana	Tarde
DELTA	Mañana	(15;15)	(30;70)
	Tarde	(70;30)	(35;35)

Vamos a proceder a la interpretación de esta: podemos observar que si las dos eligen la misma opción – por la mañana o por la tarde – ambas se dividirán el mercado.

Si Delta, elige el horario matutino, obtendrá dos posibles resultados: un pago de 15% en caso de que American elija también la opción de vuelo por la mañana y un pago de 30% en caso de que American elija la opción de vuelo por la tarde. Mientras que si Delta elige el turno de tarde tendrá dos posibles resultados 70% y 35%, dependiendo de lo que haga American. Por tanto, según lo anteriormente expuesto, podemos extraer como conclusión que la elección óptima para Delta es elegir el horario de tarde; pues, con independencia de lo que haga American, Delta siempre logrará mejores resultados con este horario. La estrategia dominada en esta situación será, por ende, la elección del tramo horario matutino.

Ahora pasaremos a analizar la situación de American: la estrategia dominada de esta compañía será, al igual que para Delta, la de ofrecer sus vuelos por la mañana.

En suma, podemos concluir que ambas se decantarán – con independencia de lo que haga la otra – en todo momento por el tramo de tarde y ninguno tendrá un incentivo para cambiar su decisión.

Otro ejemplo de lo anterior podría ser el siguiente:

Dos empresas duopólicas – empresa A y empresa B – venden productos rivales y tienen que decidir si emprenden o no una campaña publicitaria. La decisión que tome cada una afectará a la de la otra. Si la matriz de ganancias está representada por la tabla siguiente (tabla 7) vamos a reflexionar acerca de cuál es la estrategia dominante de las mismas:

Tabla 7 Matriz de ganancias

		EMPRESA B	
		Hacer publicidad	No hacer publicidad
EMPRESA A	Hacer publicidad	(10;5)	(15;0)
	No hacer publicidad	(6;8)	(10;2)

Por tanto, ¿qué estrategia deberá elegir cada empresa?



En primer lugar, procederé a analizar la situación en la que se encuentra la empresa

A: lo que esta empresa debe de hacer es hacer publicidad. Pues, de lo que se desprende de la tabla arriba expuesta, es que independientemente de lo que B haga, lo mejor para A es anunciarse. Si B se anuncia, A obtendrá unos beneficios de 10 anunciándose y únicamente 6 en el caso de que A no decida anunciarse.

Si B no hace publicidad, A gana 15 si hace publicidad y 10 si no la hace. Por tanto, la estrategia dominante para la empresa A es hacer publicidad.

B: esta empresa se encuentra en la misma situación que A. Con independencia de lo que A haga, la estrategia dominante de B será también hacer publicidad.

En este caso, ambas adoptarán la misma estrategia dominante: hacer publicidad.

Cuando cada jugador tiene una estrategia dominante, llamamos al resultado del juego “equilibrio de las estrategias dominantes”. Pero no en todos los juegos cada jugador tiene una estrategia dominante. Veamos esta situación en el siguiente ejemplo: Si ahora la matriz de ganancias fuera como la que se presenta en la siguiente tabla 8, ¿Seguirán teniendo estrategias dominantes las empresas?:

Tabla 8 Matriz de ganancias

		EMPRESA B	
		Hacer publicidad	No hacer publicidad
EMPRESA A	Hacer publicidad	(10;5)	(15;0)
	No hacer publicidad	(6;8)	(20;2)

En esta situación, A puede reducir en gran medida sus gastos si decide no hacer publicidad. Ahora la empresa A no tiene ninguna estrategia dominante: su decisión óptima depende de lo que haga la empresa B: si B se anuncia, A debe hacer lo mismo que B; pero si B no se anuncia, lo óptimo para A será también no hacer publicidad.

Pero, si las dos empresas han de tomar la decisión al mismo tiempo, ¿qué habrá de hacer A? Pues tendrá que ponerse en la situación de B para poder decidir: si ella fuera B, ¿qué haría? En esta situación B tiene una estrategia dominante: hacer publicidad. Por tanto, lo mejor para A será anunciarse también.

Hasta ahora, para ser capaz de intuir cuál es el resultado probable de un juego, nos hemos basado en estrategias estables. Las dominantes son estables, pero, ¿qué ocurre en el caso de que no exista estrategia dominante por parte de uno o ambos jugadores?

En este caso no sería aplicable lo anteriormente expuesto, por lo que necesitamos de otro concepto más amplio y genérico: vamos a emplear como otra forma de solucionar estas situaciones el denominado Equilibrio de Nash “en el que cada empresa obtiene los mayores beneficios posibles, dados los precios de sus competidores y no teniendo incentivos para alterar su decisión.”.

Y, la mejor manera para ilustrar la anterior situación sería:

Basándonos en el ejemplo anterior de las dos aerolíneas, vamos a ponernos en la situación de que, en vez de tener que determinar los horarios de salida de los vuelos, hemos de establecer los precios. Pues bien, partimos de la base de que tenemos a 60 consumidores dispuestos a pagar hasta \$500 y otros 120 dispuestos a pagar hasta \$220. Si ambas aerolíneas establecen el mismo precio, se dividirán el mercado.

Siendo \$200 el coste unitario por pasajero, si ambas aerolíneas Delta y American fijan un precio alto de \$500 se dividirán el mercado: cada una tendrá como cliente a la mitad de los 60 pasajeros dispuestos a pagar el precio de \$500. En este caso, los beneficios de cada una ascenderán a:

$$[30 \times (500)] - [30 \times (200)] = \$9000$$

No obstante, si una fija un precio bajo, todos abastecerán toda la demanda (180 pasajeros) y los beneficios de cada una ascenderán a:

$$[90 \times (220)] - [90 \times (200)] = \$1800$$

Cuando una aerolínea elige un precio alto y la otra un precio bajo, la primera no obtiene beneficios, pero la segunda obtendrá $180 \times (220 - 200) = \3600 de utilidades.

Lo anterior queda ilustrado en la siguiente matriz de ganancias (tabla 9):

Tabla 9 Matriz de pagos de utilidades

		AMERICAN	
		Pa	Pb
DELTA	Pa	(9000;9000)	(0;3600)
	Pb	(3600;0)	(1800;1800)

En este supuesto, no se aprecia ni la existencia de estrategias dominantes ni dominadas. Lo que podemos interpretar a raíz de la matriz es que ambas empresas han de decantarse por la misma opción. Pero, la pregunta a la que debemos enfrentarnos ahora será: ¿Cómo hacer para alcanzar una decisión óptima?



Pues hemos de tomar en consideración qué espera una empresa de la otra:

En primer lugar, si Delta espera que American se decante por un precio bajo, actuará en consecuencia eligiendo también el bajo. Además, Delta es sabedora de que American es consciente de sus intenciones – de elección de la tarifa baja – lo que supone un equilibrio de Nash, pues ninguna tendrá incentivos para cambiar de estrategia, elegida la opción de tarifa baja.

En segundo lugar, si procedemos al análisis de elección de tarifas altas (\$9000, \$9000), podemos también apreciar un equilibrio de Nash. Entonces, lo cierto es que este equilibrio nos permite desechar dos opciones de las cuatro, pero sin encontrar un único resultado, por ello es necesario tener en consideración tanto el aprendizaje y experiencia en el negocio e industria para llegar a un exhaustivo conocimiento de los otros jugadores – competidores – y poder saber, gracias a ese conocimiento previo, cómo van a reaccionar.

Por tanto, cabe destacar que un juego no tiene por qué tener un único equilibrio de Nash: a veces no hay ninguno (como por ejemplo en el juego piedra papel o tijera) y otras veces hay varios – como hemos visto en los ejemplos anteriores -.

Voy a proceder, en primer lugar, a exponer un ejemplo ilustrativo de esta situación de Equilibrio de Nash. Para pasar, posteriormente, a la interpretación de este:

El problema de la elección de un producto

Estamos ante el supuesto de existencia de un mercado para un nuevo cereal “crujiente” y otro para uno “dulce” y dos empresas de cereales de desayuno: Empresa 1 y Empresa 2. Dado que ambas sólo tienen recursos para introducir un único cereal, si cada una de ellas opta por introducir una variedad diferente, ambas obtendrán éxito. Mientras que, si introducen la misma, fracasarán e incurrirán en pérdidas. Esta situación puede verse plasmada en la siguiente matriz de ganancias:

Tabla 10 Matriz de ganancia de las dos empresas

		EMPRESA B	
		Crujiente	Dulce
EMPRESA A	Crujiente	(-5;-5)	(10;10)
	Dulce	(10;10)	(-5;-5)

Lo lógico y óptimo es que cada una de las empresas opte por producir un cereal diferente para la consecución del éxito empresarial. Lo mejor para ellas es llegar a un acuerdo de que cada una producirá un cereal diferente con el objeto de repartirse el mercado actuando, por tanto, de una forma cooperativa.

No obstante, si dicho acuerdo no se produjera, habrían de estar a los anuncios que su adversario pudiera realizar con el objeto de adquirir información acerca de cuál será la variedad de cereal que su oponente va a introducir para que se opte por la variedad opuesta. Una vez conocida dicha información, ninguna de las empresas tendrá incentivos para cambiar su opción.

Los conjuntos de estrategias tanto de la casilla inferior izquierda como superior derecha son estables y constituyen un equilibrio de Nash, cada empresa elige la mejor estrategia ella, dada la de su adversaria y no tiene incentivos para cambiar.

No obstante, si no se posee información de ningún tipo acerca del adversario, no podemos saber si alcanzaremos un equilibrio, dos o ninguno. Cada una de las dos empresas tiene incentivos para alcanzar uno de los dos equilibrios: ya que, si las dos introducen el mismo tipo de cereal, ambas perderán.

Estrategias Maximin

En el año 1912 Ernst Zermelo (1871–1953) – matemático alemán – formuló la hipótesis de que: “los juegos secuenciales y combinatorios, como el ajedrez o las damas, están determinados desde la posición inicial al ofrecer una solución óptima que conduce hacia un resultado final específico, siempre que ambos oponentes apliquen sus mejores estrategias”. Además, expuso que “dicha hipótesis – sobre Determinación de los juegos estratégicos – sólo sería cierta si ambos jugadores realizan su mejor movimiento en cada turno: lo que implica que el del primer turno elegirá aquel movimiento que para él representa el máximo valor que conduce hacia la victoria (elige el «Valor Maximin»), mientras que el que tiene el segundo turno, siempre se encuentra condicionado porque debe responderle a su oponente eligiendo aquel movimiento que minimice los máximos valores disponibles que en el siguiente turno tendrá su oponente hacia la victoria (elige el «Valor Minimax»)". En estos casos, el Valor Maximin es idéntico al Minimax esta tesis – Teorema de Zermelo – posteriormente adquiriría el nombre de Teorema Minimax.

Sería en 1928 cuando John von Neumann (1903–1957) expresaría formalmente el Teorema Minimax exponiendo lo siguiente: “En un juego de suma cero entre dos jugadores, donde cada jugador conoce el número finito de estrategias de su oponente, es posible aplicar una estrategia racional que permite a ambos jugadores minimizar la pérdida máxima esperada. Para esto cada jugador sólo debe escoger aquella estrategia que tiene la recompensa más alta entre los pagos más bajos ofrecidos por todas sus estrategias. Esto garantiza que la pérdida a sufrir no será mayor al valor de esa recompensa que resulta ser la más baja de las máximas esperadas”. Cabe resaltar los estudios y publicaciones de John Forbes Nash en este ámbito donde analizaba la aplicación de estos principios, así como las situaciones de

equilibrio de los juegos cooperativos, y en la Teoría de las Decisiones de Mercado. La aplicación de estos Principios fue investigada a principios de los años 50 en diversas situaciones en las que se producía un conflicto de intereses entre partes, a saber: la competencia de las empresas en los mercados, en la presentación de argumentos por parte de los juristas, estrategias militares, etc.

Por tanto, la estrategia maximin es la que maximiza la ganancia mínima que puede ser obtenida. Con ella se pueden eliminar riesgos (porque es conservadora), pero no maximiza los beneficios a obtener por cada empresa.

En suma, lo anterior consiste en que un determinado jugador – jugador A – únicamente escogerá la estrategia con la que piense que en el caso de perder sólo proporcionará a su oponente – jugador B – la ganancia mínima frente a otras pérdidas aún mayores que podría sufrir el jugador A si hubiera usado una estrategia diferente. Es decir, A es consciente de que B siempre elegirá la acción que minimice las ganancias de A, porque minimiza las pérdidas de B. Por tanto, A adoptará una estrategia de maximin, optará por la estrategia que maximice su ganancia mínima, anticipándose a la reacción de B. Pero B, adoptará una estrategia de minimax que minimice las ganancias de A, porque ésta es la estrategia que minimiza las pérdidas de B.

Por tanto, según lo anteriormente expuesto, podemos concluir que tanto el Maximin como el Minimax son dos orientaciones que pueden seguirse en la toma de decisiones:

- Maximin = maximización del mínimo pago posible. Se parte de la base de que sólo puede ocurrir lo peor, por lo tanto, se intenta obtener lo mejor de las peores condiciones.
- Minimax = minimización del remordimiento posible (lo que podría haberse ganado si se hubiera optado por otra estrategia). Se denomina pérdida de oportunidad pues se reconoce que se toma una decisión que no necesariamente es la mejor. No obstante, la mejor decisión es aquella en la que se produce el menor coste de oportunidad.

Un ejemplo de lo anterior podría plasmarse en la siguiente matriz (tabla 11):

Tabla 11 Matriz de ganancias

		EMPRESA B	
		Izquierda	Derecha
EMPRESA A	Arriba	(1;0)	(1;1)
	Abajo	(-2000;0)	(2;1)

En este ejemplo la empresa B tiene como dominante: jugar “Derecha”; por tanto, la empresa A habría de: jugar “Abajo”. Sin embargo, en el caso de A juegue “Abajo” pero B no siga su

dominante, A incurrirá en muchas pérdidas. Por tanto, según lo anteriormente establecido, es probable que la empresa A decida no arriesgarse sobremanera optando, por tanto, por una estrategia “conservadora” maximizando la ganancia mínima.

Con objeto de conocer la estrategia maximin de cada empresa, es recomendable proceder a la descomposición de la matriz como sigue:

Tabla 12 Matriz Empresa A

Estrategias - ganancias de la Empresa A:

		Mínima ganancia por estrategia		
		↓		
EMPRESA A	Arriba	1	1	1
	Abajo	-2000	2	-2000

← **Máxima ganancia mínima**

Si la Empresa A siguiese la maximin habría de jugar “Arriba”.

Aquí la maximin de B sería jugar “Derecha”.

Tabla 13 Matriz Empresa B

Estrategias - ganancias del jugador B:

EMPRESA B	
Izquierda	Derecha
0	1
0	2
0	1

← **Máxima ganancia mínima**

Tabla 13. Matriz empresa B

Estrategias Mixtas

Cabe destacar que todo lo que hasta el momento ha sido expuesto ha versado sobre estrategias puras – en la que un jugador lleva a cabo una acción o elección determinada - ; no obstante, hay juegos en los que estas estrategias no son las óptimas. Un claro ejemplo de estas estrategias es el que sigue:

El juego de las monedas

Este juego consiste en que dos jugadores (A y B) lanzan sus monedas al mismo tiempo habiendo elegido cada uno previamente “Cara” o “Cruz”. Si tras lanzar las monedas, ambas son cara o cruz, A gana recibiendo \$1 de B; pero si no coinciden, será B quien gane recibiendo \$1 de A.

La matriz de ganancias (tabla 14) es la siguiente:

Tabla 14 Matriz de juego de las monedas

		JUGADOR B	
		Cara	Cruz
JUGADOR A	Cara	(1;-1)	(-1;1)
	Cruz	(-1;1)	(1;-1)

Podemos observar que en esta supuesto no hay un equilibrio de Nash de estrategias puras. Si A elige “Cara”, B querrá elegir “Cruz”; pero si B elige “Cruz”, A elegirá lo mismo. Podemos concluir, por tanto, que no hay una combinación de cara o cruz que satisfaga a A y B al mismo tiempo.

Aquí observamos que, a pesar de no existir un equilibrio de Nash de estrategias puras, sí hay equilibrio de Nash de estrategias mixtas, estrategias en las que los jugadores eligen aleatoriamente entre dos o más opciones posibles, basándose en un conjunto de probabilidades elegidas.

Como hemos podido observar, en algunos juegos no existe equilibrio de Nash de estrategias puras; pero, si tenemos en cuenta las estrategias mixtas, todos los juegos tienen, al menos, un equilibrio de Nash. Es decir, las mixtas dan soluciones a los juegos cuando las puras fallan. Sin embargo, es necesario ser conscientes de que no siempre tiene sentido su uso: para el juego de las monedas y póker son propicias; no siéndolo tanto para la toma de decisiones empresariales puesto que no se suele tomar en consideración que nuestro competidor va a proceder a la fijación de un precio de forma aleatoria.

En las estrategias mixtas el equilibrio de Nash es aquel en el que cada agente elige la frecuencia óptima con la que seguirá sus estrategias, dadas la frecuencia que elija el otro.

No obstante, lo anterior, también podemos encontrar juegos en los que se dan tanto equilibrios de estrategias puras como de estrategias mixtas. Un ejemplo de lo anterior sería:

La batalla de los sexos



Juana y Jaime están planeando pasar la noche del sábado juntos. Juana prefiere la ópera y Jaime la lucha libre. A pesar de que ambos difieran en gustos, prefieren estar juntos a separados.

Esta situación queda plasmada en la siguiente matriz (tabla 15):

Tabla 15 Matriz de ganancias

		Jaime	
		Lucha libre	Ópera
Juana	Lucha libre	(2;1)	(0;0)
	Ópera	(0;0)	(1;2)

Así pues, hemos de observar que se dan dos equilibrios de Nash de estrategias puras: cuando ambos van juntos o a la lucha libre o a la ópera. A pesar de que Juana preferiría la ópera y Jaime la lucha libre, existe equilibrio puesto que no querrían cambiar de decisión una vez que conocen la decisión del otro.

Además, podemos apreciar la existencia de un equilibrio de estrategias mixtas: Juana elige la lucha con una probabilidad de $2/3$ y la ópera con una probabilidad de $1/3$; mientras que Jaime elige la lucha con una probabilidad de $1/3$ y la ópera de $2/3$. Por tanto, obtenemos como conclusión que Jaime no puede mejorar su bienestar con otra estrategia ni Juana tampoco. El resultado es aleatorio y cada uno obtendrá una ganancia esperada de $2/3$.

Pero, ¿optarán por la elección de una estrategia mixta? Parece claro que NO. Puesto que aceptando cualquiera de los dos tipos de diversión, cada uno obtendrá una ganancia de 1 como mínimo que es mayor a la ganancia esperada de $2/3$ que obtendrán si deciden actuar de manera aleatoria. Este es un ejemplo de que las estrategias mixtas ofrecen otra solución, pero no parece razonable su uso.

Así pues, hemos de observar que se dan dos equilibrios de Nash de estrategias puras: cuando ambos van juntos o a la lucha libre o a la ópera. A pesar de que Juana preferiría la ópera y Jaime la lucha libre, existe equilibrio puesto que no querrían cambiar de decisión una vez que conocen la decisión del otro.

Además, podemos apreciar la existencia de un equilibrio de estrategias mixtas: Juana elige la lucha con una probabilidad de $2/3$ y la ópera con una probabilidad de $1/3$; mientras que Jaime elige la lucha con una probabilidad de $1/3$ y la ópera de $2/3$. Por tanto, obtenemos como conclusión que Jaime no puede mejorar su bienestar con otra estrategia ni Juana tampoco. El resultado es aleatorio y cada uno obtendrá una ganancia esperada de $2/3$.

Pero, ¿optarán por la elección de una estrategia mixta? Parece claro que NO. Puesto que aceptando cualquiera de los dos tipos de diversión, cada uno obtendrá una ganancia de 1 como mínimo que es mayor a la ganancia esperada de $2/3$ que obtendrán si deciden actuar



de manera aleatoria. Este es un ejemplo de que las estrategias mixtas ofrecen otra solución, pero no parece razonable su uso.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La teoría de juegos nos lleva a un conocimiento importante acerca del comportamiento de los participantes, de acuerdo a las reglas establecidas desde un inicio, en los mercados monopolísticos, oligopolísticos o cualquier variación de ellos.

Si llegamos a desconocer estas fuerzas del mercado no competitivo, podemos caer en el error de tomar decisiones en la empresa que no sean las más adecuadas, para el logro de los objetivos organizacionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2018). *Microeconomía*. Madrid: Person Educación.



www.usanmarcos.ac.cr

San José, Costa Rica