



Revista Ciencias Estratégicas

ISSN: 1794-8347

revista.cienciasestrategicas@upb.edu.co

Universidad Pontificia Bolivariana

Colombia

Restrepo Carvajal, Carlos Alberto

APROXIMACIÓN A LA TEORÍA DE JUEGOS

Revista Ciencias Estratégicas, vol. 17, núm. 22, julio-diciembre, 2009, pp. 157-175

Universidad Pontificia Bolivariana

Medellín, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151313682002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



## APROXIMACIÓN A LA TEORÍA DE JUEGOS

**CARLOS ALBERTO RESTREPO CARVAJAL**

*Magíster en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Gerencia de Proyectos de la Universidad Pontificia Bolivariana. Ingeniero Ambiental de la Universidad de Medellín.*

*Correo electrónico: carlosrestrepo@une.net.co*

*Artículo recibido el 15 de julio de 2009 y aprobado para su publicación el 17 de agosto 2009.*

**Eje temático:** Teoría de los juegos

**Subtema:** Von Neumann y Morgenstern, Teoría del Minimax-Maximin, y de Nash teoría del Minimax-Maximin, y de Nash

### RESUMEN

La teoría de juegos es una herramienta ampliamente usada en la toma de decisiones, no solamente en las ciencias administrativas, sino también en otras áreas como la ingeniería, e incluso en la propia cotidianidad humana. Dentro de esta teoría es de suma importancia poder conocer de manera precisa o mediante injerencias el comportamiento humano, de manera que las decisiones que se tengan que tomar se ajusten apropiadamente al modelo o caso en particular de análisis. El modelo puede ser cualquier cosa, por ejemplo, definir qué producto sale al mercado, estimar la proyección de ventas de la competencia, establecer niveles de bienestar de una comunidad, etc.

La teoría de juegos como toda herramienta tiene limitaciones, que se pueden sobrellevar, si conoce bien el entorno y la normatividad del juego. Conocer estas limitaciones, permite al "competidor" formular estrategias basadas en juicios y críticas del competidor y del ambiente, teniendo claro lo que se busca, es decir, el objetivo del juego: maximizar beneficios o minimizar pérdidas.

No se puede hablar de teoría de juegos sin hablar de Von Neumann y Morgenstern, autores de la teoría del Minimax-Maximin, y de Nash, quién propuso los

conceptos para los juegos no cooperativos. Estos autores permitieron que esta herramienta no sólo fuese aplicada en las ciencias económicas, sino en otras ciencias, como las sociales, las ingenierías, las comunicaciones, entre otras.

**Palabras clave:** Teoría de juegos, Equilibrio de Nash, Juegos repetidos, Estrategia, Jhon Von Neumann y Oscar Morgenstern

#### **ABSTRACT**

Theory of games is a tool used thoroughly to take decisions not only in administrative sciences, but also in other areas like engineering, and even in daily life. Inside this theory is very important to be able to know in a precise way or by means of suppositions human behavior, so that decisions that have to be taken adjust appropriately in particular to the pattern or case of analysis. The pattern can be anything, for example to define that product comes out to the market, to estimate the projection of sales of the competition, to establish levels of well-being of a community, etc.

The Theory of Games is a tool than it can help to understand different behaviors in a different situation, but also allow formulating financial, social and economical views in order to solve or analyze from people until organizations.

This article can not help talk about Von Neumann and Morgenstern, two famous writers and researchers, who wrote the Theory of Games and Economical Behavior in 1954. These authors allowed applying their theories in other fields, for instance: social subjects, engineering, politics, and so on.

**Key words:** Game theory, Nash equilibrium, Repeated games, Strategy, John Von Neumann and Oscar Morgenstern.

## **Introducción**

Los seres humanos se ven enfrentados continuamente a la toma de decisiones, desde qué leche tomar, en qué negocio invertir y hasta qué producto lanzar al mercado. Siempre que se toma una decisión, se está sopesando las alternativas entre sí, de modo que se encuentre la más fuerte o la más conveniente en el momento.

La vida es un juego, en el cual hay que tomar decisiones y el éxito de éste, está en la lectura que se realice del entorno para tomar la decisión que se cree la más acertada. Todo juego debe tener una estrategia, al indicar qué movimientos hacer o no frente a determinada situación, en otras palabras, son las reglas del juego.

Es claro que el sentido común es inherente en la toma de decisión, pero no siempre funciona. La pregunta sería por qué no funciona, respuestas hay muchas: falta de conocimiento en el tema que se está evaluando, exceso de confianza, lectura inadecuada del entorno, movimientos o jugadas hechas en el momento no oportuno, o simplemente, el sentido común no se tiene. Con un sentido común agudo y una buena herramienta, la teoría de juegos, se pueden alcanzar grandes metas.

El artículo posee seis capítulos donde se presentan las principales posturas que conforman o explican la Teoría de juegos. En el capítulo uno, se realiza una sucinta descripción de lo que es la Teoría de juegos; en el capítulo dos se describe los juegos cooperativos y no cooperativos y cómo estos se aplican en diferentes situaciones; en el capítulo tres se explica brevemente lo que representa la teoría de las estrategias dominantes dentro la Teoría de juegos; en el capítulo cuatro se presenta la Teoría del Equilibrio de Nash, que es interesante y rica conceptualmente; el capítulo cinco comenta las Estrategias Maximin y Minimax y conceptualiza los términos de los juegos repetidos y secuenciales y la contribución de éstos a la economía; el capítulo seis presenta diferentes posturas hacia la Teoría de juegos enmarcadas en contextos sociales, económicos y políticos.

## **Generalidades**

La obra titulada La Teoría de los Juegos y la Conducta económica (1953) de Jhon Von Neumann y

Oscar Morgenstern, hizo parte de las innovaciones más sobresalientes en la teoría microeconómica. Fueron alrededor de quince años de investigación con modelos de la teoría de juegos, concluyendo que ésta tiene importancia en el análisis y estudio de problemas empresariales (Ferguson, 1978).

Stone (1948) señala que el modelo más sencillo de economía es el problema de Robinson Crusoe, en el que él se enfrenta a un problema de maximización con las condiciones externas dadas. El juego consiste en que dadas las condiciones externas en las cuales se encuentra él, como: clima, fertilidad del suelo, entre otros, tiene todas las cartas en la mano, debido a que no hay otro individuo jugando con él o contra él. En resumen, Robinson se enfrenta con el problema de maximizar la satisfacción a partir de su actividad.

El caso de Robinson se haría más complejo en el momento que más jugadores entren al juego, debido a que él no podría tomar decisiones sólo basándose en su concepción de juego. Es necesario que él interaccione con los demás jugadores, ya que el resultado del juego no dependerá solamente de sus acciones, sino también de las del resto de participantes.

El objetivo general de la Teoría de juegos es la determinación de patrones de comportamiento racional en situaciones en las que los resultados dependen de las acciones de los jugadores interdependientes (Ferguson, 1978). En otras palabras, lo que Neumann y Morgenstern buscaban era representar matemáticamente la conducta racional de un individuo.

Según Pindyck (2003), un juego es una situación en la que los jugadores (participantes) toman decisiones estratégicas, es decir, decisiones que consideran las acciones y respuestas de los demás. Por poner un caso, la competencia que se da entre

empresas estableciendo los precios del mercado. Otra definición de juego dada por Nicholson (2002) es: “toda situación en la que los individuos deban hacer elecciones estratégicas, donde el resultado final dependa de lo que cada persona elija”. Todos los juegos están formados por tres elementos: jugadores, estrategia y rendimientos. Los juegos (G) se pueden representar matemáticamente de la siguiente manera:

$$G[S_A, S_B, U_A(a, b), U_B(a, b)]$$

Donde  $S_A$  y  $S_B$  representan el conjunto de estrategias para los jugadores A y B, respectivamente, y  $U_A$  y  $U_B$  representan la utilidad obtenida por los jugadores cuando A y B eligen estrategias concretas ( $a \in S_A$ ,  $b \in S_B$ ).

La estrategia del juego es una regla o plan para jugar (Pindyck, 2003). Un ejemplo se da al momento cuando las empresas fijan sus precios, estableciendo que mantendrá sus precios altos mientras el competidor haga lo mismo, y los bajará cuando éste lo haga. La estrategia óptima para el jugador es la que maximiza su ganancia esperada. Según Ferguson (1978), una estrategia es “una especificación completa de las acciones que ejecutará un jugador en cualquier contingencia que pueda presentarse en el desarrollo del juego”. Es claro que esto difícilmente se da en la vida real, a duras penas se conoce parte de la estrategia del resto del mercado.

Los rendimientos son los resultados que obtienen los participantes al final del juego. Generalmente se miden en función de los niveles de utilidad, pero también se acostumbra a medirse como beneficios monetarios que tiene una empresa.

Entre los juegos más sencillos y comunes está el de **Suma constante**, en el que la ganancia de los jugadores es la misma, sin importar la distribución entre los participantes; el ejemplo de este caso

se puede ver en un mercado donde la demanda es completamente inelástica. Se da un caso especial de los juegos de Suma Constante y es el Juego de **Suma cero**, en éste las ganancias de un jugador son exactamente las pérdidas del otro. Es decir, el total de las ganancias o rendimientos es siempre cero.

Los juegos de **Suma no cero** se pueden convertir siempre en juegos de Suma cero al adicionar un jugador no influyente o en inglés “dummy player”, el cual recibe la ganancia neta del juego, pero no puede interferir con el desarrollo del mismo (Stone, 1944).

Salazar (2004) comenta que en juegos de Suma Cero de dos jugadores, la respuesta positiva toma la forma del teorema de Minimax de Von Neumann. En esta clase de juegos el teorema del Minimax es equivalente, en términos lógicos, a la existencia del equilibrio de Nash. Esta equivalencia sólo es válida para dos jugadores, debido a que el juego de Suma cero, sólo se cumple para esta restricción.

Cuando ya no son dos los jugadores, el juego se convierte en un problema de maximización individual, con la que Salazar (2004) se plantea el siguiente interrogante: ¿Cómo podría resolver el juego cada individuo sin entrar en conflictos con los demás y maximizando su utilidad? Von Neumann-Morgenstern describen así la falta de correspondencia entre el nuevo problema de racionalidad y la solución convencional:

Cada participante intenta maximizar una función, de la cual él no controla todas las variables. Esto no es, por supuesto, un problema de maximización, si no una peculiar y desconcertante mezcla de varios problemas de máximo en conflicto. Cada participante es guiado por un principio distinto y ninguno determina todas las variables que afectan sus intereses. (P. 44)

Las decisiones que tomen los empresarios pueden, ya sea, disminuir o aumentar la participación de sus mercados, como los beneficios totales de las dos empresas en un mercado duopólico. El aumentar los gastos de publicidad o bajar los precios puede incrementar el volumen de ventas y reducir sus beneficios (Baumol, 1980).

Es importante aclarar que la teoría de los juegos requiere más información de la que generalmente pueda disponer un gerente o un jugador. Además, los modelos de esta teoría son estáticos y pocas veces permiten hacer un análisis estático comparativo.

Salazar (2004) hace referencia al libro escrito por Neumann-Morgenstern en 1947, donde los autores definen la racionalidad de un individuo, si sus acciones se pueden interpretar como el resultado de la maximización de una función de utilidad o de ganancia.

La pregunta que se plantea frecuentemente es ¿por qué no se podría generalizar la solución de un juego de dos jugadores a uno de más de dos? Neumann-Morgenstern en su libro explican que la razón fue que en las matemáticas que empleaban los economistas teóricos de la época, no existía una solución matemática explícita para los problemas de más de dos jugadores. La hipótesis de racionalidad como maximización de la ganancia esperada por todos los competidores no es sostenible cuando ningún jugador individual tiene control sobre las variables que afectan la estrategia de optimización (Salazar, 2004).

El número variables en un juego de más de dos jugadores se incrementa notablemente, haciendo más difícil encontrar una solución óptima al problema mediante la maximización de la utilidad o el beneficio. De igual manera, se aumenta el conjunto de todos los conjuntos parciales equi-

valentes al número de jugadores, lo que lleva a una mayor complejidad del problema que se desea resolver.

Neumann-Morgenstern son bastante insistentes en afirmar la inutilidad de los métodos estadísticos para definir cierto tipo de racionalidad. Una persona racional supone de entrada que ninguna otra persona se unirá a una colisión o grupo que satisfaga las condiciones mínimas determinadas por él. Para que una colisión exista tienen que darse unos elementos comunes, con los cuales pueden establecerse o construir una estrategia de competencia.

La teoría de los juegos se preocupa por el comportamiento de los individuos y las coaliciones, en las que ellos pueden formar un entendimiento para lograr sus mejores resultados.

## Juegos cooperativos y no cooperativos

En los juegos cooperativos, los jugadores pueden negociar contratos vinculantes que les permita adoptar estrategias conjuntas. En el juego no cooperativo esto no es posible. Un ejemplo de juego cooperativo, es el que dos empresas negocian una inversión conjunta para desarrollar una innovación tecnológica. Un ejemplo de juego no cooperativo se da cuando las misma dos empresas son rivales y consideran la conducta probable de cada una cuando fijan un precio inferior al del mercado, desencadenando una guerra de precios. Juegos no cooperativos suceden continuamente en el país, por ejemplo, con la introducción al mercado de la cerveza Leona por el grupo Ardila Lülle, que no pudo competir en el mercado con las cervezas del Grupo Bavaria. El éxito no se dio debido a que el grupo Bavaria implementó promociones con las que el grupo Ardila no pudo enfrentar por mucho tiempo. Finalmente, la Cervecería Leona no pudo

mantener por más tiempo los precios bajos, y quebró. Otro punto que llevó a que este negocio no funcionara, es que el Grupo Bavaria posee la mayor parte de las empresas que fabrican insumos y materias primas requeridas para la elaboración de la cerveza; por ende, controla los precios en el mercado. Los juegos no cooperativos hacen parte del mercado de las colas.

La toma de decisiones consiste en tratar de entender cómo piensa el adversario (racional) y deducir cómo reaccionará a causa de nuestras actuaciones. Esto se refleja en el caso cuando se hace una subasta por 1000 pesos, y los competidores empiezan a subir su oferta hasta el punto que triplican los 1000 pesos. Esto sucede porque los competidores no pensaron como iban a responder los demás competidores.

En la política se dan ambos casos, tanto el juego cooperativo como el no cooperativo. El cooperativo se da cuando varios candidatos a diferentes cargos públicos hacen parte del mismo partido, es decir, Concejal, Diputado y Alcalde trabajan conjuntamente por una meta, que es la de lograr la votación para ser electos. Por el contrario, el no cooperativo se da cuando estos candidatos hacen parte de diferentes partidos políticos.

Para Nash la diferencia entre juegos cooperativos y no cooperativos depende de la posibilidad o imposibilidad de coaliciones, comunicaciones y pagos laterales. Es decir, cada jugador  $n$  obtendrá su solución dependiendo de la racionalidad aplicada al juego por  $n$  personas.

En un juego cooperativo sale a relucir la personalidad y vicios de cada sujeto. La persona agresiva refleja de un modo u otro su repulsión o apatía hacia al sistema; a la persona que es de carácter bonachón, los demás jugadores terminan faltándole el respeto o gritándole, y así con las demás

personalidades. Por tanto, en un juego cooperativo es complejo saber si la teoría de Von Neumann y Morgenstern es acertada en todos los casos. Esta teoría supone que los seres humanos que viven enmarcados en una sociedad, pueden llegar a acuerdos, tratados o convenios por medio de unas pautas de comportamiento comunicativo.

Según Nash, los juegos verbales introducen complicaciones no necesarias y conllevan a establecer modelos menos tratables y más complejos. Los modelos provenientes de los juegos evolutivos y biológicos son los predilectos por Nash, debido a que tienen una tendencia natural a buscar el camino de menor resistencia (Salazar, 2004).

En un juego el competidor  $i$  debe conjeturar cuál será la estrategia de  $j$ . Pero la estrategia de éste depende a su vez de sus propias conjeturas acerca de  $i$ . A su vez, ambas estrategias dependen de las conjeturas que tengan el uno del otro. De ahí la complejidad de los juegos con más de dos jugadores.

Myerson (1999) describe la manera como Von Neumann expuso que virtualmente cualquier juego cooperativo puede ser modelado mediante un juego matemático con la siguiente estructura simple: “Hay un conjunto de jugadores, cada jugador tiene un conjunto de estrategias, cada jugador tiene una función de matriz de pago a partir del producto Cartesiano de estos conjuntos de estrategias llevados a números reales, y cada jugador debe elegir su estrategia independientemente de los otros jugadores”. (P.4) A esta estructura él la llamó Forma normal.

La Forma normal supone que al comienzo del juego debe haber un punto en el tiempo, en el que todos los jugadores tienen la misma información. Esta limitación puede resultar inconveniente para situaciones, donde los jugadores presentan dife-

rencias en información. Myerson (1999) describe como Harsanyi (1967) mostró como evitar esta dificultad mediante la construcción de modelos Bayesianos con información incompleta.

La primera contribución de Nash fue la teoría de negociación de dos personas, la cual fue el primer punto de referencia en la literatura especializada, y asimismo fue el primer trabajo que no supuso que la utilidad en un juego era transferible.

Esta teoría se construyó en el entendimiento que las escalas de utilidad individuales pueden ser definidas hasta separar transformaciones lineales incrementales. Uno de los primeros ejemplos de esto son las negociaciones internacionales, donde países con convenios comerciales tienen diferentes tipos de cambio (moneda), en estos casos para definir la utilidad de cada país, se hace necesario, primeramente, definir la escala de cada moneda frente a la otra, como es el caso del mercado entre Estados Unidos y Colombia, donde la moneda definida es el dólar. El inconveniente de este tipo de tratados es la reevaluación de la moneda más débil, por ejemplo, el peso colombiano. Cuando esto toma lugar los exportadores reciben menos por la misma cantidad de bienes vendidos en el exterior.

Una de las mejores aplicaciones en la teoría de juegos fue un juego simple de tres personas, incluyendo un vendedor de objeto con valor monetario y dos potenciales compradores. Stone (1948) describe este juego: uno de los jugadores tiene una buena voluntad intrínseca de pagar por el objeto, pero el otro tiene más información significativa acerca del precio de objetos similares. Desde la perspectiva de una economía de información moderna, esto suena a un ejemplo de información asimétrica. Pero, para poder Stone (1948) aplicar la metodología de Von Neumann y Morgenstern se sintió obligado a adentrarse en el análisis de

coalición, donde todas las preguntas interesantes de información desaparecen.

De hecho, los problemas de comunicación deben desaparecer en un entorno social, donde la gente elige sus amistades, antes de saber cualquier información relevante de ellos, y por lo tanto, actúan sólo como una parte de una unión coordinada perfectamente con sus amigos; esto es acorde con lo expresado por Myerson (1999).

## Las estrategias dominantes

La estrategia dominante se define como aquella que es óptima independientemente del comportamiento de los jugadores. Un ejemplo de este caso se ilustra cuando dos empresas realizan campañas de publicidad sin importar la decisión del adversario, debido a que es la mejor manera de incrementar sus ganancias, de modo que todas harán publicidad en busca de una mejor rentabilidad. Estos casos son los más sencillos de analizar, debido a que la elección de la estrategia no depende del adversario.

En Colombia un referente claro de estrategia dominante se presenta en la industria cementera, donde Argos y Cemex poseen todo el mercado. Cada industria tiene su nicho de mercado y, por lo tanto, no hay una rivalidad directa entre estas industrias, lo que permite que las decisiones que tomen concerniente al *marketing* del producto sean acertadas e independientes de la otra industria.

## Equilibrio de Nash

El concepto de equilibrio según Nicholson (2002) se “desarrolla para indicar una situación en la que tanto proveedores como demandantes están satisfechos con el resultado ofrecido por el mercado”. (P. 437)

El equilibrio de Nash es un conjunto tal de estrategias que cada jugador hace lo mejor para él, dado lo que hacen sus adversarios (Pindyck, 2003). Este equilibrio es ampliamente usado para estudiar la producción y fijación de precios de las empresas oligopolísticas. Por ejemplo, en el modelo de Cournot, cada empresa fija su propio nivel de producción y considera fijo el de sus competidoras. En este equilibrio ninguna empresa tiene incentivos para alterar unilateralmente su nivel de producción, ya que cada una obtiene el mejor resultado posible, dada la decisión de sus competidoras. De ahí que, el equilibrio de Cournot, es un equilibrio de Nash (Pindyck, 2003). Cada equilibrio de Nash es estable porque una vez elegidas las estrategias, ningún jugador se aleja unilateralmente de ellas.

Si se dan un par de estrategias,  $(a^*, b^*)$ , se definirá un equilibrio de Nash si  $a^*$  representa la mejor estrategia de A cuando “B aplica  $b^*$ ”, y  $b^*$  representa la mejor estrategia de B cuando A aplica  $a^*$ . Matemáticamente, un par de estrategias constituye un equilibrio si:

$$U_A(a^*, b^*) \geq U_A(a', b^*) \text{ para todo } a' \in S_A$$

$$U_B(a^*, b^*) \geq U_B(a^*, b') \text{ para todo } b' \in S_B$$

La estrategia dominante es elegir la mejor estrategia posible, sin importar lo que el competidor haga. Mientras en el equilibrio de Nash, elijo la mejor estrategia posible, a la vista de lo que el competidor hace. De igual manera sucede lo mismo para el adversario en ambos casos.

Los juegos en los que los participantes tienen un elevado número de estrategias ofrecerán generalmente suficiente flexibilidad para garantizar al menos un equilibrio de Nash (Nicholson, 2002). En esta clase de juegos resultan dos contextos. Primero, los juegos en los que las estrategias



optadas por A y B son niveles alternativos de una única variable continua incluyendo un sinnúmero de estrategias potenciales. El segundo tiene que ver con el juego en el cual los competidores son dos empresas, las cuales debe fijar los precios por un producto en común.

Salazar (2004) presenta la comparación que hizo Nash entre la teoría de Neumann-Morgenstern y la de él, para los juegos de  $n$  personas. El extracto del texto es el siguiente:

La teoría de Neumann-Morgenstern se basa en un análisis de las interrelaciones entre las varias coaliciones que pueden formar los jugadores. La teoría de Nash, por el contrario, se basa en la ausencia de coaliciones en tanto que supone que cada participante actúa independientemente, sin colaboración o comunicación con cualquiera de los otros. (P.4)

El teorema de Nash para puntos de equilibrio en juegos finitos de “ $n$ ” personas dice: para todo juego finito estratégico de “ $n$ ” personas existe al menos un punto de equilibrio en estrategias mixtas (Salazar, 2004).

Las variables del mercado: ingresos, egresos, niveles de consumo y precios, obtenidos cuando un agente del mercado encuentra su utilidad (ganancias) maximizadas, dado que el supone las variables controladas por otros agentes, es claramente un ejemplo del punto de equilibrio de Nash (Hurwicz, 1953).

El análisis del equilibrio de Nash puede en algunas ocasiones generar demasiados equilibrios, incluyendo algunos que parecen irracionales cuando son examinados en la forma extensiva. Esto sucede debido a que el juego no impone limitaciones sobre el comportamiento de los jugadores al inicio del juego.

El mercado de competencia monopolística también es otro ejemplo del equilibrio de Nash, por ejemplo, en la ciudad de Medellín existe un sinnúmero de centros de estética, y cada uno de ellos actúa respecto al comportamiento de los demás, manteniéndose un equilibrio del mercado. Esto se da por ahora, debido a que existe una población importante aún por satisfacer. En el momento en que se presente más oferta que demanda, no todos los centros de estética van a resultar beneficiados, sólo quedarán aquellos capaces de adaptarse a las exigencias continuas del mercado.

## **Estrategias**

La estrategia representa los principios y rutas fundamentales que guiarán el proceso administrativo para alcanzar los objetivos de una organización. Además, muestra como la organización se prepara para alcanzar dichos objetivos dentro de un cronograma planteado por la dirección. Se pueden distinguir tres tipos de estrategias, de corto, mediano y largo plazo, según el horizonte temporal. Su adaptación a esquemas de planeación obedece a la necesidad de dirigir la conducta adecuada de los agentes económicos en situaciones diferentes y hasta opuestas. En otras palabras, constituye la ruta a seguir por las grandes líneas de acción contenidas en las políticas nacionales para alcanzar los propósitos, objetivos y metas planteados en el corto, mediano y largo plazo.

## **Las estrategias Maximin y Minimax**

La estrategia Maximin es aquella que maximiza la ganancia mínima que puede obtenerse. Por ejemplo, en el caso de un general del ejército el resultado de la aplicación de esta estrategia sería minimizar las pérdidas de las máximas posibles,

o lo que le asegure el mínimo beneficio de los máximos beneficios esperados. Esta estrategia es conservadora y es dominante.

La estrategia Maximin es contraria a la expresión a mayor riesgo mayor beneficio, regla que se aplica en los negocios. Ésta estrategia no aplica en la apertura de un mercado, si la empresa desea captar más participación, tiene que promover una estrategia no conservadora, de lo contrario, simplemente se quedará estancada o será absorbida por otras más agresivas, que es lo que está ocurriendo actualmente en Colombia.

Dresher (1951) describe la teoría del Minimax mediante el siguiente ejemplo: “El jugador 1 elige una estrategia  $i$  a partir de sus  $m$  estrategias y el jugador 2 elige una estrategia  $j$  a partir de sus  $n$  estrategias, cada elección está siendo hecha sin el conocimiento de la otra”. (P. 94)

La matriz de pago para el jugador 1 es  $a_{ij}$ , y la del jugador 2 es  $-a_{ij}$ . El jugador 1 busca maximizar su matriz de pago,  $a_{ij}$ , pero el sólo controla la elección de  $i$ ; el jugador 2 desea maximizar  $-a_{ij}$ , o lo que es lo mismo, minimizar  $a_{ij}$ , pero el sólo controla la elección de  $j$ . Cualquier solución del juego debería resolverse de estos conflictos de interés (Dresher, 1951).

El competidor 1 tiene una estrategia,  $i^*$ , tal que él pueda recibir por lo menos el  $\max_i \min_j a_{ij}$

El jugador tiene otra estrategia,  $j^*$ , tal que pague a lo sumo  $\min_j \max_i a_{ij}$

En general se puede decir:

$$a_{ij^*} \leq \min_j \max_i a_{ij} \leq \max_i \min_j a_{ij} \leq a_{i^*j} \text{ Para todo } i \text{ y } j.$$

Si el juego es tal que,  $\max_i \min_j a_{ij} = \min_j \max_i a_{ij}$  entonces se dice que  $i^*$ ,  $j^*$  son estrategias óptimas para ambos jugadores y  $a_{ij}$  es el valor del juego (Dresher, 1951).

Si la matriz de pago  $A = \|a_{ij}\|$  es tal que:  $\max_i \min_j a_{ij} < \min_j \max_i a_{ij}$ , entonces no existe una estrategia que pueda ser óptima. En estos casos, un participante puede elegir su mejor estrategia sólo si él conoce de antemano la estrategia elegida por su oponente. Pero, en la realidad esto no sucede, debido a que los jugadores tienen que escoger su alternativa simultáneamente. En estos juegos es importante que los oponentes jueguen estrategias que desconcierten a sus competidores, de modo que la probabilidad de ganar sea mayor, mediante la mezcla de estrategias, de vez en cuando es bueno, es provechoso dejar la racionalidad a un lado para que esto funcione. Las estrategias mixtas son una combinación de estrategias, cada una con una distribución de probabilidad (Dresher, 1951).

La matriz de pago se conoce también como Forma Normalizada o Formal entre jugadores. En ésta se presentan las ganancias y pérdidas de los jugadores A y B resultantes de cada combinación de estrategias (Bernard, 1954).

La estrategia Mínimax hace parte de los juegos de suma constante y formulada por Neumann-Morgenstern. Supóngase que el jugador A puede escoger entre tres estrategias (a, b, c) y el jugador B posee cuatro estrategias (a', b', c', d'). Cualquier juego de este tipo, entre dos personas y de suma constante, puede ser representado por una matriz de pago.

**Tabla 1**

MATRIZ DE PAGO EN UN JUEGO DE DOS PERSONAS Y SUMA CONSTANTE							
1.	2.	Estrategias de B				3.	Mínimo de la fila
Estrategias de A		a'	b'	c'	d'	4.	5.
6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
A		10	9	14	13	14.	9
B		11	8	4	15	15.	4
C		6	7	15	17	16.	6
Máximo de la columna		11	9	15	17	17.	9 = 9

Matriz de pago suma constante (Fuente: Ferguson, 1978).

Las estrategias alternativas de A aparecen en la primera columna, y las de B en la primera fila. La ganancia de A en cada una de las posibles combinaciones de estrategia se presenta por un elemento de la matriz. Por ejemplo, si A escoge la estrategia c y B escoge la estrategia a', A ganará 6. B ganará el valor total constante del juego menos las ganancias de A. En resumen, cada elemento  $e_{ij}$  de la matriz representa la cantidad que obtiene A si escoge la estrategia correspondiente a la fila i y B escoge la estrategia correspondiente a la columna j.

Para A es más importante adoptar la estrategia correspondiente al mayor de los mínimos de las filas, o sea que selecciona el máximo de los mínimos (Maximin). Asimismo, B sólo le interesa la cifra máxima de cada una de las columnas, es decir, la suma constante menos la cifra máxima de cada columna. Para asegurarse la ganancia máxima, B elige la estrategia correspondiente a la más pequeña de las cifras máximas de las columnas, o sea, selecciona el mínimo de los máximos (Minimax).

Cuando dos jugadores están haciendo uso de sus estrategias de Minimax, posiblemente están jugando con mucha incertidumbre. La teoría de juegos muestra que las dos estrategias minimax

se encuentran en un punto denominado el Punto de Silla. La implicación importante es que cuando uno de los jugadores usa su estrategia Minimax, el otro jugador no puede hacer nada mejor que usar su estrategia minimax. Por lo tanto, si los dos jugadores deciden revelar su estrategia Minimax, ningunos de los dos tendría un incentivo para cambiar su estrategia, (Hurwicz, 1953). El Punto de Silla posee dos propiedades importantes: la primera es que tiende a permanecer constante una vez se ha alcanzado y la segunda es el comportamiento racional de los jugadores, que lo hacen un juego interesante y valioso en los juegos de suma constante.

Según Hurwicz (1953), se puede notar que si el juego es de suma constante, la definición de equilibrio de Nash produce la misma solución del Punto de Silla, la cual está dada en la solución de Von Neumann-Morgenstern, que corresponde a ambos jugadores maximizando.

La teoría del Minimax requiere que el participante o empresario adopte un plan de acción que le produzca el mejor resultado en la peor situación posible. Pero este plan no será mejor si no se presenta la peor situación. Esta teoría no permite que el empresario pueda aprovechar los cambios favorables en el mercado.

## Estrategias Mixtas

Hasta el momento sólo se ha considerado las estrategias en las que los participantes escogen una opción o comienzan una labor determinada. Estas estrategias son conocidas como Puras. Para ilustrar este caso se presenta la Tabla 2

UN JUEGO NO Estrictamente DETERMINADO: EL DE LAS MONEDAS							
1.	2.	Estrategias de B				3.	Mínimo de la fila
Estrategias de A		cara		sello	4.	5.	6.
7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Cara			1	-1	15.	16.	-1
sello			-1	1	17.	18.	-1
19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.
Máximo de la columna			1	1	27.	28.	-1

Matriz de pago juego de las monedas. (Fuente: Ferguson, 1978).

Las estrategias en las que los jugadores eligen aleatoriamente entre dos o más opciones posibles, basándose en un conjunto de probabilidades elegidas, se conocen como Mixtas (Pindyck, 2003). Un ejemplo de éstas es el juego de las monedas, donde ninguna combinación de cara o cruz satisface a los dos jugadores: uno u otro siempre querrá cambiar de estrategia.

Debido a la introducción de probabilidades en el análisis de un juego, ya no se puede determinar el objetivo de cada uno de los participantes como la elevación al máximo o mínimo de un valor dado. Es necesario tener presente el valor esperado (probabilidad) del juego de la siguiente forma: se multiplica la probabilidad total por cada elemento de la matriz y luego se suman estos productos en todos los elementos de la matriz de pagos (Ferguson, 1978). Matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$\bar{v} = \sum_i \sum_j p_i q_j a_{ij}$$

Donde,  $p_i$  es la probabilidad de que A seleccione la estrategia correspondiente a la fila  $i$ ;  $p_i q_j$  es la probabilidad total que se obtiene del par de estra-

tegias  $i, j$ ;  $a_{ij}$  es el elemento correspondiente en la matriz de pagos y  $\bar{v}$  es el valor esperado.

Donde, por definición:

$$p_i \geq 0, q_j \geq 0, \sum_i p_i = 1, \text{ y } \sum_j q_j = 1$$

En el juego de las monedas (Tabla 1.2), cada uno de los participantes elige cara con probabilidad de 0.5. De ahí, también deben elegir sello con la misma probabilidad. Como resultado el valor esperado del juego es:

$$\bar{v} = (1/2)(1/2)(1) + (1/2)(1/2)(-1) + (1/2)(1/2)(-1) + (1/2)(1/2)(1) = 0$$

Las estrategias mixtas probablemente son muy razonables para el juego de las monedas, el póker y otros juegos de ese tipo. En cambio, una empresa podría no considerar razonable creer que su competidora fijará su precio aleatoriamente. Estas estrategias no ofrecen una solución realista y aplicable a la gerencia o manejo de proyectos, de ahí que el trabajo se centrará sólo en estrategias puras.

## Juegos repetidos

En el mundo empresarial los gerentes se ven forzados a participar en juegos repetidos, es decir,

a comenzar acciones y a recibir beneficios, una y otra vez. Las estrategias suelen ser más complejas que en otros juegos. Dentro de las estrategias más exitosas está la del ojo por ojo.

La estrategia ojo por ojo, responde con la misma moneda al movimiento del adversario, cooperando con los adversarios que cooperan y tomando represalias contra los que no cooperan (Pindyck, 2003). Un ejemplo de esto es la guerra de precios que sucede entre los supermercados, siempre tratando de quitarle participación a la competencia mediante promociones y ofertas.

En condiciones de muchas empresas la cooperación no siempre se da, o si se da, dura poco, asociado principalmente a que las condiciones del juego cambian rápidamente: demanda y costos, generando una guerra de precios.

Cuando la cooperación se da en desigualdad de tecnología o experiencia, la empresa con más fortalezas puede hacer uso de éstas y terminar manipulando las condiciones del negocio a su antojo, lo que desencadena un trabajo cooperativo pero al mando de una sola empresa, este caso se ve frecuentemente con empresas que apenas están comenzando a incursionar en un mercado y formar consorcios o uniones temporales es una buena forma de sumar experiencia y reconocimiento en el medio.

Los juegos repetidos permiten que los rivales se den cuenta directamente de las ineficiencias de un equilibrio de Nash en un sólo periodo, parece posible que la repetición del juego pueda incentivar la cooperación (Nicholson, 2002).

Racionalmente un gerente mantendrá sus precios altos hasta el momento en que el adversario los baje, pero en el momento en que los vuelva a subir, el gerente no tiene otra posibilidad que

subirlos, si no desea perder. No es racional fijar un precio más bajo que el del competidor, debido a que la pérdida acumulada de beneficios es superior a cualquier ganancia a corto plazo, obtenida durante el primer periodo en que fija un precio inferior al del competidor. Además, ningún gerente conoce realmente cuanto tiempo jugará con su competidor, lo que convierte a esta estrategia de cooperación una buena elección. Esta estrategia se ajusta bien a mercados oligopólicos. De hecho, el mercado se comporta de esta manera, cada día el Éxito vigila los precios de la competencia: Carrefour, Macro, Consumo y otros, de modo que pueda ofrecerle a los clientes precios competitivos.

## Juegos secuenciales

En este tipo de estrategia los competidores se mueven o se ajustan continuamente, respondiendo a las acciones y reacciones de los demás. Como ejemplo: la decisión de una empresa de hacer asesorías profesionales y el comportamiento de su rival, la inversión que realiza una empresa para disuadir a otra a entrar al mercado y la decisión de un posible competidor de entrar en el juego, todo esto hace necesario que se esté dando un cambio en el juego.

Para visualizar mejor los juegos consecutivos se emplea la figura de forma Extensiva de un juego, que consiste en la representación de los posibles movimientos de un juego en forma de árbol y para hallar su solución se comienza por el final.

En los juegos secuenciales el competidor que haga la primera jugada pega dos veces, estableciendo un hecho que deja a su rival apenas con opción para actuar. Un ejemplo de este caso, se da cuando en un mercado oligopólico una empresa fija su nivel de producción antes que sus rivales.

El buen entendimiento del juego permite que los competidores establezcan unas estrategias precisas frente al juego, donde éstas sean flexibles y transmitan toda aquella información, que genere valor al momento de competir. En ese orden de ideas, la estrategia es la materialización de las ideas, mensajes, razonamientos e hipótesis que la empresa desea establecer para alcanzar las metas establecidas en el juego, que no siempre es destruir la competencia.

### **Amenazas, compromisos y credibilidad**

La amenaza en el mercado sólo es útil si es creíble por la competencia, de lo contrario puede jugar en contra la estrategia propia. En la guerra de precios es bastante empleada la figura de “amenaza” mediante publicidad de un producto, con el objetivo de intimidar a la competencia, forzándola o no, a tomar medidas correspondientes por las acciones de la primera compañía. En Colombia se puede ver el caso del mercado de automóviles nuevos, donde las compañías continuamente están ofreciendo sacar al mercado carros con más accesorios, tratando de intimidar a la competencia y atrayendo la atención de clientes potenciales.

La base del éxito de un equipo de trabajo liderado por un buen gerente es el compromiso que le pongan a los proyectos para sacarlos adelante antes que la competencia, de ese modo podrían limitar las posibles jugadas de la competencia.

Según Pindyck (2003) “ganarse una reputación puede ser una estrategia especialmente importante en un juego repetido. A una empresa podrá resultarle ventajoso comportarse irracionalmente durante varias rondas del juego y ganarse así una reputación que le permitiera aumentar apreciablemente sus beneficios a largo plazo”. (P. 18)

Los movimientos estratégicos son jugadas que permiten que una empresa tome ventaja sobre otra, debido a que restringe el comportamiento o posibles formas de actuar de la competencia.

### **Política comercial estratégica y competencia**

El Estado puede otorgar ciertos beneficios fiscales a las empresas, buscando que éstas se animen a expandirse rápidamente, lo que desmotiva a posibles competidores para entrar en el mercado, de este modo, las empresas locales no se verán forzadas a bajar precios para continuar manteniendo sus clientes. Esta política actúa como una amenaza creíble para competidores potenciales. Actualmente el gobierno Colombiano está dando beneficios fiscales a las empresas colombianas si fomentan cultivos de palma y otros biocombustibles; esto es una amenaza real para transnacionales que deseen incursionar en este mercado.

Las economías de escala tienen que ser aprovechadas por las empresas para poder ofrecer precios más bajos y competitivos en el mercado. Si no se saca ventaja de esto, las empresas internacionales se apoderarán del mercado antes de que las empresas locales puedan reaccionar, que es lo que está sucediendo actualmente. Las teorías clásicas del duopolio establecen el supuesto de que los empresarios actúan en forma independiente, aunque en el mercado sean interdependientes.

La demanda y oferta que se da sobre un producto va a determinar la cantidad que se fabrica y el precio de éste. La economía continuamente está ajustándose o respondiendo al deseo de los consumidores, quienes en última instancia son los jurados de qué productos se quedan en el mercado y cuáles no (Dorfman, 1966).

Según Dorfman (1966): “ningún mercado puede adaptarse aisladamente. El cambio en las condiciones de un mercado se comunicará a otros”. (P. 199) Como ejemplo, se tiene la fabricación de los automóviles, en la cual se emplean accesorios que no son construidos directamente por las industrias de este sector, si no, que se les destina a industrias más especializadas, como es el caso de la tapicería. Si el valor de la tapicería se incrementa, el automóvil igualmente se incrementará de precio, a no ser, que la industria asuma el costo extra; esto ya dependería de las condiciones específicas del mercado.

Dorfman (1966) divide en dos clases el análisis de un mercado: el primero de ellos presupone la posibilidad de cambiar de precio de un producto sin crear repercusiones sobre los precios de otros, conocido como *análisis de mercado parcial*; el segundo denominado *análisis de mercado general* considera las relaciones recíprocas entre los precios.

Inicialmente, todo consumidor individual, llámese empresa o mercado se administra según los preceptos del equilibrio parcial, y sólo observa un cambio en los precios para tomar medidas según el caso. De ahí, que el equilibrio parcial sirve de base al análisis del equilibrio general.

El equilibrio general ocurre cuando los precios son tales, que la demanda iguala a la oferta de todos los productos. Esto rara vez sucede en un mercado, pero sería lo ideal.

Bracker (1980) plantea en su documento que existen dos factores significantes a considerar al momento de formalizar una estrategia comercial: (1) la tasa acelerada de cambio al interior de una firma comercial y (2) el desarrollo acelerado de la ciencia y la tecnología. La primera conlleva a adquirir la habilidad de anticipar los cambios, para

poder tomar ventaja de nuevas oportunidades y tomar acción a tiempo para evitar amenazas para la empresa. El segundo factor obliga a la empresa a tratar con un futuro un poco incierto, de ahí la importancia de establecer enfoques analíticos y explícitos para tomar decisiones concernientes al manejo de la empresa. Dentro de estos enfoques se encuentra la formulación de escenarios de desarrollo tecnológico y la receptividad de éste por parte de los consumidores. Si las empresas colombianas desean mantenerse en un mercado de libre comercio, la inversión en investigación y desarrollo tiene que ser la premisa para el éxito gerencial de la organización, de lo contrario se verán forzadas a salir del mercado por baja competitividad.

En la estrategia de los negocios se presentan las siguientes características: un ambiente o una situación de análisis que se emplea para determinar la postura de una empresa en su campo, y los recursos que ésta tiene y/o utiliza de una manera apropiada para lograr sus metas; la estrategia de mercado implica el análisis de las condiciones internas y externas de la empresa, para maximizar la utilización de los recursos en relación con los objetivos (Bracker, 1980).

La importancia de formular una estrategia de mercado es que da al gerente de una compañía, un marco para desarrollar habilidades competitivas para anticipar las posibles jugadas de la competencia y de esta manera estar siempre en la vanguardia y no esperar a que el mercado se acomode a la empresa, cosa que nunca va a suceder, lo que lleva a la pérdida de competitividad y liderazgo.

El comportamiento o la respuesta individual con una situación de incertidumbre se ejemplifican en el oligopolio. En esta estructura de mercado, donde el dominio del mercado está en unas po-

cas empresas, el intento de anticipar las jugadas comerciales del adversario, es la fortaleza para adquirir más peso en el mercado.

Según Wagner (1983), la cooperación internacional es una meta difícil de lograr, la cooperación siempre es la primera salida frente a un conflicto, ya sea bélico, social, económico, entre otros. Las consecuencias de la cooperación son desastrosas cuando no todos participan, este modo de actuar se conoce como el principio de Stag Hunt. Esto se origina debido a que nadie confía en nadie, siempre va a estar presente una incertidumbre en el medio, lo que lleva a una nación a actuar con dos caras: una, la que se presenta en el tratado de cooperación y, la otra, sólo la conoce la nación, que generalmente planifica pensando que las otras naciones en cualquier momento le van a dar la espalda. Por ejemplo, las relaciones políticas y comerciales entre Colombia y Venezuela, se mueven con incertidumbre, debido a que no hay plena confianza entre ambos países.

## Racionalidad de la teoría de juegos

Bernard (1954), establece que existen seis claves fundamentales en la teoría de juegos: (1) comportamiento racional, (2) estrategia, (3) la matriz de pago, (4) las reglas del juego, (5) las alianzas, imputaciones y (6) la solución del juego. Él afirma que la teoría de juegos no es independiente de la cultura, debido a que la población está limitada rigurosamente y rígidamente en su comportamiento. La población o grupo de personas, tiene que planificar cuidadosamente su comportamiento, como si estuviera participando en una partida de ajedrez, pero en este caso, el que pierde puede ser retirado del grupo. El grupo está en un sistema en el cual, cada elección de comportamiento puede anular alguna elección de comportamiento de otro grupo, o incluso se puede dar al interior

del mismo grupo, como sucede en los partidos políticos. En la política cada candidato tiene que sopesar cada palabra que dice frente a una audiencia, un término o frase mal formulada puede derribar todo el discurso planeado, haciendo que la competencia haga uso de esto para su propio beneficio. La política es un juego complejo y el candidato que la interprete de acuerdo al entorno en que se mueve, puede lograr grandes metas.

La teoría de juegos sólo se aplica al comportamiento racional. Presupone que los jugadores intentan ganar, y ellos siguen el curso del juego buscando siempre el menos costo. Esta teoría no se puede aplicar a casos como riñas, violencia interpersonal, hostilidad, etc. Esto no quiere decir que la teoría ignore la no racionalidad. La existencia de la no racionalidad se considera en las reglas del juego. De hecho, la no racionalidad puede resultar una táctica de juego interesante cuando todos los jugadores presentan los mismos esquemas de juego o de escuela de pensamiento.

Bernard (1954) comenta que la imaginación, el entendimiento, la intuición, la habilidad para ponerse en la posición de otro, el entendimiento de fuentes de motivación humana -lo bueno como lo malo- se requieren para la creación de las políticas o estrategias de juego.

En los juegos sociológicos, las reglas están dadas por las leyes de la naturaleza, incluyendo las leyes de la naturaleza humana. Por ejemplo, una regla de juego en un conflicto sociológico es: si usted bebe ciertos venenos, entonces usted morirá lentamente y sin dolor. La distribución natural de los recursos es parte de las reglas del juego, clima, fauna, flora y hombre son parte de éstas. La distribución desigual del talento entre los humanos es parte de las reglas. Todas estas reglas deben considerarse al momento de planificar las estrategias, de modo que puedan operar. Las relaciones



entre clases, razas, naciones, intereses de grupos de todo tipo pueden con el tiempo llegar a ser explicados en términos de la teoría de juegos.

En los juegos sociológicos no se conoce generalmente cuál es la función o matriz de pagos. Incluso, no se logra descifrar bien las reglas del juego, en muchas oportunidades. En estos juegos, la invención de estrategias podría involucrar el nivel más alto de creatividad, y encontrar una matriz de pago requeriría un esfuerzo importante por parte de sociólogos, economistas, demógrafos, antropólogos y psicólogos (Bernard, 1954).

No siempre se necesita conocer los valores de la matriz de pago exactamente, con saber sus magnitudes relativas bastaría. Por ejemplo, saber que  $n$  es 10 veces más grande que  $m$ . Si se conocen todas las magnitudes relativas de los valores de la matriz de pago, entonces se le puede asignar arbitrariamente valores, y poder aplicar la teoría.

La teoría de juegos en la vida real se da generalmente entre más de dos participantes. El juego puede incluir coaliciones o acuerdos entre jugadores. Igualmente, debe dejarse espacio para la discriminación y explotación como también para la fusión de intereses, los cuales llevan a cooperar en contra de un enemigo en común u oponente (Bernard, 1954).

Desde el punto de vista sociológico, el concepto de coalición o alianza podría ser el más importante. La idea es que dos jugadores en combinación pueden obtener más ganancias jugando juntos como una unidad. El problema en este punto es encontrar esa alianza, en la que ellos se sientan seguros.

Dentro de cada sociedad se da un sinnúmero de variaciones considerables en la distribución de los ingresos, privilegios y otras ventajas, que corresponden a la multiplicidad de esquemas de atribución en una sola solución de un juego.

En los juegos sociológicos, las instituciones inciden sobre la personalidad con el mismo impacto que lo puede hacer el clima o las condiciones naturales. De ahí, la importancia de incluir las instituciones en las reglas del juego, pero no todos los economistas teóricos están de acuerdo con este punto de vista. Para ellos, las instituciones hacen parte de las coaliciones e imputaciones. Desde el punto de vista netamente teórico, posiblemente ellos tengan la razón. Coaliciones e imputaciones y de ahí las soluciones de Von Neumann son cambiantes y no rígidas (Bernard, 1954).

Los acelerados avances de la tecnología desempeñan un papel primordial en la teoría de juegos, conllevan a que continuamente se esté alterando la matriz de pago. Asimismo, el clima puede tener un efecto diferente sobre la matriz de pago, dependiendo del tipo de tecnología. De ahí que los sistemas de riego en Santa Elena, pueden generar más o menos utilidad al floricultor dependiendo de la tecnología hidráulica que se emplee.

En el caso de la política, suponiendo dos partidos en campaña, una estrategia para ambos sería la de tratar de resolver los mejores asuntos concernientes a la ciudad, para dar guerra y minimizar al oponente. Sea el caso que el partido B esté solamente a la defensiva, es decir, todo lo que puede hacer es mantener al partido A de conseguir muchos votos, mediante el uso de cualquier tema ciudadano para poner al oponente en juicio del pueblo. En la elaboración de la matriz de pago de una campaña política, es de vital importancia conocer antes que el oponente las prioridades de la población, de esta manera se está limitando las posibilidades de contraataque del adversario. Como en todo juego, se tiene que conocer bien con quien se va a competir, de otra manera se puede plantear una matriz, la cual no va a dar respuesta positiva respecto a las jugadas del oponente.

El comportamiento individual desde la incertidumbre es un ingrediente esencial en la mayoría de los juegos teóricos y de ahí su cercanía conceptual con la teoría de juegos. Otro aspecto importante a considerar en este tipo de comportamientos, es que las herramientas de juegos de dos personas son útiles en atacar aún con el problema de incertidumbre a una persona (Hurwics, 1953).

En la teoría de juegos la frase: “Yo creo que él piensa que yo pienso...” aparece con frecuencia cuando se está definiendo la estrategia del juego. Generalmente esto se resuelve por una decisión arbitraria, haciendo parte del problema de la estrategia (Morgestern, 1976). Cuando un gerente se ve enfrentado a establecer la política de mercadeo, inicialmente él parte de la información que tiene de su propia empresa y luego, supone cómo la competencia ve a su empresa y de esta manera, él formula una serie de lineamientos que pretenden generar incertidumbre en la competencia y valor agregado en la empresa. Este proceso es cíclico..

## Teoría Bayesiana

La literatura reporta dos corrientes de la teoría de la decisión Bayesiana. La primera es la Subjetivista, que le permite al individuo tomar decisiones al elegir sus probabilidades subjetivas de forma arbitraria, es decir, toma sus decisiones a juicio personal. La otra corriente se conoce como la versión Subjetivista Condicionada, en ésta únicamente se especifica las probabilidades subjetivas en las cuales que el individuo racional que toma la decisión, puede usarlas en cualquier situación dada. La diferencia entre ambas es la racionalidad del individuo o el conocimiento específico.

En la teoría de juegos, la pregunta siempre será: ¿cómo una distribución de probabilidades es elegida por un competidor racional, quién espera que los otros jugadores actúen racionalmente, y

además espera que los otros jugadores consideren expectativas iguales a las de él? (Harsanyi, 1982). Se han planteado respuestas para esto, y muchos teóricos confluyen en el mismo punto: el jugador actuará, y también esperará que el otro actúe, de acuerdo con el concepto de solución.

Harsanyi (1982) comenta que en contraste con la respuesta anterior, Kadane y Larkey se opusieron a cualquier concepto de solución normativa y asimismo, se opusieron a la imposición de cualquier criterio de racionalidad sobre la elección de los jugadores de probabilidades subjetivas, para ellos no hay diferencia alguna en las corrientes Bayesianas.

Kadane y Larkey no entendieron el argumento básico de la Teoría de Von Neumann, debido a que ellos discutieron que el uso de la estrategia Maximin es racional si el oponente se ha asignado asimismo usar específicamente su estrategia Minimax.

En el caso de juegos de dos personas de Suma cero, cada jugador tratará de maximizar su matriz de pago en términos de sus probabilidades subjetivas. En este punto, Harsanyi (1982) explica esto de la siguiente manera: “Si a nosotros no se nos dice como él, el otro jugador, debería elegir sus probabilidades subjetivas, esta afirmación es equivalente a no más que decir que él debería hacer lo que sea que él piense es lo mejor”. (P. 121)

Todo juego tiene una normatividad o unas restricciones, lo cual limita los grados de libertad que posea el jugador, a mayor número de restricciones menos grados de libertad. Sabiendo bien cuáles son estas limitaciones, es posible plantear hipótesis fructíferas de psicología empírica, debido a que las acciones pueden ser interpretadas como desviaciones psicológicamente entendibles desde los estándares de lo que se entiende como racional. Por ejemplo, un psicólogo tratando predecir el comportamiento computacional se beneficiará

seguramente si sabe aritmética, lo cual es concierne dentro de la teoría de la normatividad de la computación, debido a que es más fácil explicar los errores computaciones y decir exactamente qué está pasando si se conoce los procedimientos aritméticos correctos. En general, es más fácil explicar el comportamiento de los individuos, si se conoce la teoría normativa del juego.

Es importante el uso de probabilidades objetivas, cuando se cuenta con información incompleta y poco fiable. Esto permite al jugador formular estrategias que se ajusten fielmente a la normatividad del juego, sin caer en el error de tomar decisiones basadas solamente en el sentido común.

## Conclusiones

Los juegos cooperativos son una práctica común para competir en mercados, donde las barreras de entrada son difíciles de romper, ya sea por costos altos, exigencias gubernamentales, competencia establecida con alta receptividad en el medio, monopolio de insumos, etc. Antes de establecer una coalición es necesario establecer cuáles serán los beneficios posibles que obtendría la empresa por sí sola o estableciendo alianzas con otras, y de este modo, poder establecer cuál será el resultado posible del juego en ambos casos. Todo trato o decisión que se tome implica un sacrificio, de ahí, la necesidad de establecer unas reglas de juego claras, de modo que todos los que hagan parte de la alianza puedan definir una ruta de navegación conveniente para su organización.

El equilibrio de Nash es el caso típico del mercado oligopolístico, donde cada organización establece sus estrategias, dependiendo de las acciones que tomen los demás; asimismo, las organizaciones oligopolísticas usan el equilibrio de Nash para analizar y definir los niveles de producción y fijación de precios. Este tipo de juegos da como resultado

una situación de satisfacción del mercado, en otras palabras, tanto oferentes como demandantes están satisfechos con el resultado del juego.

En el modelo de Cournot, cada organización define su nivel de producción y considera fijo el de sus competidoras. En este equilibrio ninguna organización tiene incentivos para perturbar unilateralmente su nivel de producción, debido a que cada una obtiene el mejor resultado posible, dada la decisión de sus competidoras. Así, el equilibrio de Cournot es un equilibrio de Nash.

La estrategia Maximin es dominante y conservadora, en ese orden de ideas, no se ajusta a la premisa de la teoría de los negocios, entre mayor sea el riesgo, mayor serán los beneficios, debido a que esta teoría siempre busca maximizar la ganancia mínima que puede obtenerse; esta teoría es útil en circunstancias donde lo que se busca sea minimizar las pérdidas, como sucede en la guerra, donde se busca minimizar las pérdidas de vidas humanas de las máximas posibles.

La teoría Bayesiana permite a un agente, sea éste una empresa o un individuo, establecer probabilidades subjetivas para tomar decisiones con base en la experticia o conocimiento específico que se tenga del entorno, o del análisis que resulte de un caso en particular. En especial en la Teoría Bayesiana, donde se parte de un análisis subjetivo, es necesario conocer o tratar de estimar cuáles son las restricciones que se tienen en el juego, una vez se conozcan éstas, es posible formular hipótesis fuertes de psicología empírica, que interpreten de manera confiable el comportamiento del entorno y de los participantes del juego; esto se aplica usualmente en la ciencias sociales o en circunstancias donde la información no es fidedigna o simplemente no la hay.

El comportamiento no racional también puede ser introducido a la teoría de juegos mediante tácticas

o políticas de juego. Es decir, en una guerra de precios entre almacenes de grandes superficies, el gerente de uno de éstos debe formular escenarios los que sean posibles bajo ciertas circunstancias, por ejemplo: el día lunes todos los clientes que compren mercados superiores a \$ 250.000 se llevan dos boletas para cine. Este escenario y otros más deben ser considerados por un buen gerente para saber cómo responder frente a una eventualidad de éstas o paga ganar mayor participación en el mercado.

Establecer tácticas en juegos sociológicos es de las tareas más complejas que existe en la teoría de juegos, debido a que está de por medio la naturaleza humana y ésta generalmente es impredecible. En este tipo de juegos la experiencia desempeña un papel vital para el entendimiento y desarrollo del juego, entiéndase juego como toda actividad donde esté presente la naturaleza humana. En los trabajos de ordenamiento y planificación del territorio los sociólogos, trabajadores sociales y otros profesionales de áreas afines tienen que lidiar con problemas personales, económicos, sociales y familiares para poder tratar de entender cómo abordar a la población y explicarles los cambios que van a suceder en su localidad, y de esta manera hacer más tolerable estos cambios a toda la población. Un proyecto de ingeniería se puede derrumbar si la población lo desea, como casi sucede con la ampliación de la vía regional.

En muchos casos prácticos no se conocen los valores de la matriz de pago, con saber sus magnitudes relativas es suficiente. Por ejemplo, saber que en un departamento de compras de una empresa la contratación de un alto ejecutivo implica como mínimo una oficina, una secretaria, un computador, un conductor, papelería y un sueldo de \$ 10.000.000, es suficiente para que el gerente general de la empresa sopesa otras alternativas como crear dos puestos dentro de otra subdirección y que suplan los requerimientos de la empresa. Si se conocen

todas las magnitudes relativas de los valores de la matriz de pago, entonces se le puede asignar arbitrariamente valores y de este modo aplicar la teoría para la toma de decisiones gerenciales.

## Bibliografía

- Baumol, William J. (1980). *Teoría Económica y Análisis de Operaciones*. Madrid: Ige.
- Bernard, Jessie. (1954). "The Theory of Games as a Modern Sociology of Conflict". *The Economic Journal: STOR*, 59 (5), 411-424.
- Bracker, Jeffrey. (1980). "The Historical Development of the Strategic Management Concept". *Academy of Management Review*, 5 (2), 219-224.
- Dorfman, Robert (1966). *El Sistema de precios*. México: Editorial Hispana.
- Dresher, Melvin. (1951). Games of Strategy. *The Economic Journal: STOR*, 25(2), 93-99.
- Ferguson, C.E. y Gould J.P. (1978). *Teoría Microeconómica*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Harsanyi, John. (1982). Subjective Probability and the Theory of Games: Comments on Kadane and Larkey's Paper. *The Institute of Management Sciences*, 28 (2), 120-127.
- Hurwicz, Leonid. (1953). What Has Happened to The Theory of Games. *The Economic Journal: STOR*, 43 (2), 398-405.
- Morgenstern, Oskar. (1976). The Collaboration Between Oskar Morgenstern and John Von Neumann on The Theory of Games. *The Economic Journal: STOR*, 3 (14), 805-816.
- Myerson, Roger B. (1999). Nash Equilibrium and the History of Economic Theory. *Journal of Economic Literature*, 37 (9), 1067-1082.
- Nicholson, Walter. (2002). *Teoría Microeconómica*. Madrid: Thomson.
- Pindyck, Robert S. y Rubinfeld L. Daniel. (2003). *Microeconomía*. Madrid: Prentice Hall.
- Salazar, Boris. (2004). Nash y Von Neumann: Mundos Posibles y Juegos de Lenguaje. *Revista Economía Institucional*, 6 (10), 71-94.
- Stone, Richard. (1948). The Theory of Games. *The Economic Journal: STOR*, 58 (230), 185-201.
- Wagner, Harrison R. (1983). The Theory of Games and The Problem of International Cooperation. *The Economic Journal: STOR*, 77 (2), 330-346.