



ESCUELA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Investigación de Operaciones I, Sección A -  
Segundo Semestre 2022  
Inga. Nora García  
Grupo J

# **TEORÍA DE JUEGOS**

## **Criterio de Savage Y Juego Halcón Paloma**

Nombre	Carné
Mario Cesar Moran Porras	202010793
Saúl Alfredo Barbero Contreras	201809935
Sindy Paola González García	201708801

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
Teoría de la decisión	6
Criterios de decisión en situaciones de incertidumbre	7
Criterio de Savage	7
Juego de Halcón Paloma	8
<b>MARCO PRÁCTICO</b>	<b>10</b>
Criterio de Savage	10
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>16</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>17</b>

# INTRODUCCIÓN

La teoría de juegos es una rama compartida entre la economía y las matemáticas en la que se estudia cuál sería la conducta óptima elegida por un individuo cuando el coste y el beneficio de cada una de las opciones no viene dado, sino que dependerá de las elecciones que a su vez hagan otros individuos. Hay infinidad de situaciones de la vida real en la que se podría aplicar la teoría de juegos, cuando dos o más entidades estudian qué estrategia o elección tomar cuando esta afecta a ambas partes.

En el análisis de decisión existen criterios y estrategias que nos ayudan a tomar decisiones, por ejemplo, el criterio de Savage y el juego halcón paloma. Al igual que otras estrategias, estas dos nos ayudan a tomar elecciones las cuales afectan a dos o más individuos.

Es muy importante conocer más de una estrategia para tomar elecciones importantes, para entender y pronosticar la realidad y porque también se emplean cada vez más en economía y administración.

# JUSTIFICACIÓN

Este trabajo de investigación, provee una herramienta de aprendizaje para el curso de Investigación de Operaciones 1 sobre las tomas de decisión en situaciones de incertidumbre, más específicamente en el criterio de Savage y el Juego Halcón Paloma.

En este trabajo se proveen las definiciones y los aspectos teóricos que ayudan a entender y desarrollar los temas propuestos en el contenido de este trabajo, la aplicación del criterio de Savage y el juego Halcón Paloma.

También se desarrollan una serie de ejemplos que ayudarán a entender los temas tratados en este trabajo de investigación.

# OBJETIVOS

## General

Comprender los diversos métodos asignados que conlleva la teoría de juegos

## Específicos

- Explotar el método denominado criterio de Savage y ejemplificar los pasos para la resolución de problemas por este.
- Puntualizar el juego de Halcón Paloma por medio de una base tanto teórica como práctica para poder llegar a una resolución.
- Identificar en los problemas que criterio es el correspondiente para una solución eficaz.
- Concluir con un ejemplo de cada método desarrollado y detallado en cada proceso.

# MARCO TEÓRICO

## Teoría de la decisión

La teoría de la decisión se ocupa de analizar cómo elige una persona aquella acción que, de entre un conjunto de acciones posibles, le conduce al mejor resultado dadas sus preferencias. Si debo invertir o no en bienes de equipo, qué carrera voy a estudiar, qué coche me compraré o, incluso, con quién debería casarme, son problemas muy comunes que nos afectan en nuestra vida cotidiana y a los que -en términos formales- se enfrenta la teoría de la decisión'. Por otro lado, en los últimos años ha sido tan grande su influencia en disciplinas como la psicología y la economía -que han contribuido, junto con la matemática aplicada, a su desarrollo-, o la sociología, la ciencia política y la filosofía -que la han empleado-, que resulta muy difícil abordar hoy algunas de las cuestiones más candentes de dichas especialidades sin tener un conocimiento, por pequeño que sea, de teoría de la decisión.

El paradigma canónico de la teoría de la decisión se caracteriza por los siguientes elementos centrales. Contamos, para empezar, con un individuo que ha de tomar una decisión cualquiera y de quien se dan por supuestas sus preferencias. La teoría formal de la decisión, no entra a considerar la naturaleza de las preferencias de los individuos - objeto éste de otras disciplinas- ni por qué las personas prefieren unas cosas en vez de otras. Desde la perspectiva formal que adopta la teoría lo único que importa es que dichas preferencias, sean las que fueren, satisfagan ciertos criterios básicos de consistencia lógica.

La teoría de juegos, a su vez, analiza las decisiones individuales que se ven influidas no sólo por la información contextual disponible, sino por las decisiones de otros. Se trata, pues, del estudio formal de decisiones estratégicas, en las cuales lo que una persona decide depende de la información que tenga sobre lo que hacen los demás. La teoría de juegos ha desempeñado y desempeña un destacado papel en el reciente desarrollo de disciplinas como la sociología y la ciencia política. Conceptos sociológicos clave como clase social, normas sociales o estructura social están conociendo un notable desarrollo y fundamentación gracias a la teoría de juegos. Del mismo modo, en el terreno de la ciencia política el comportamiento estratégico de votantes y partidos, los problemas que plantea el control de los políticos por parte de la ciudadanía o las relaciones internacionales, entre otras muchas cosas, han cobrado profundidad y perspectiva gracias a la teoría de juegos.

## Criterios de decisión en situaciones de incertidumbre

La distinción entre riesgo e incertidumbre fue establecida por F. Knight en 1921, quien en su obra *Risk, Uncertainty and Profit*, se refería a la primera como aquella situación en la que no existe certeza sobre el resultado de la decisión, aunque se conoce al menos la probabilidad de los distintos resultados alternativos. Este sería el caso, por ejemplo, de la elección entre cara o cruz de una moneda: desconocemos de antemano el resultado (si la moneda no está trucada, claro está) pero conocemos la probabilidad objetiva de las dos alternativas. Las situaciones de incertidumbre se caracterizarían, en cambio, por el hecho de que no sólo desconocemos el resultado final, sino que no podemos predecirlo tampoco en términos de probabilidades objetivas. Así pues, uno de los problemas centrales a los que se ha enfrentado la teoría de la decisión ha consistido en establecer algún criterio (o criterios) que nos permita optar por una acción u otra en situaciones de incertidumbre.

### Criterio de Savage

En 1951 Savage argumenta que al utilizar los valores  $x_{ij}$  para realizar la elección, el decisor compara el resultado de una alternativa bajo un estado de la naturaleza con todos los demás resultados, independientemente del estado de la naturaleza bajo el que ocurran. Sin embargo, el estado de la naturaleza no es controlable por el decisor, por lo que el resultado de una alternativa sólo debería ser comparado con los resultados de las demás alternativas bajo el mismo estado de la naturaleza. Con este propósito Savage define el concepto de pérdida relativa o pérdida de oportunidad  $r_{ij}$  asociada a un resultado  $x_{ij}$  como la diferencia entre el resultado de la mejor alternativa dado que  $e_j$  es el verdadero estado de la naturaleza y el resultado de la alternativa  $a_i$  bajo el estado  $e_j$ . Así, si el verdadero estado en que se presenta la naturaleza es  $e_j$  y el decisor elige la alternativa  $a_i$  que proporciona el máximo resultado  $x_{ij}$ , entonces no ha dejado de ganar nada, pero si elige otra alternativa cualquiera  $a_r$ , entonces obtendría como ganancia  $x_{rj}$  y dejaría de ganar  $x_{ij} - x_{rj}$ .

Savage propone seleccionar la alternativa que proporcione la menor de las mayores pérdidas relativas, es decir, si se define  $\rho_i$  como la mayor pérdida que puede obtenerse al seleccionar la alternativa  $a_i$

$$\rho_i = \text{Max}_{1 \leq j \leq n} \{r_{ij}\}$$

Así el criterio de Savage resulta ser el siguiente:

$$\rho_i = \text{Min}_{\rho_i} = \text{Min Max}_{1 \leq i \leq j \leq n} (r_{ij})$$

Antes de aplicar este criterio se procede a calcular la matriz de pérdidas relativas, formada por los elementos  $r_{ij}$ . Cada columna de esta matriz se obtiene calculando la diferencia entre el valor máximo de esa columna y cada uno de los valores que aparecen en ella.

## Juego de Halcón Paloma

En situaciones resultantes de una fuerte competencia entre dos empresas con similar capacidad de medios para afectar los fines de su oponente, este modelo nos sirve para analizar situaciones de conflicto entre estrategias agresivas y conciliadoras.

La estrategia 'halcón' consiste en proceder a una escalada en los medios que se ponen en juego para afectar los fines del competidor. Si una de las empresas participantes mantiene la estrategia 'halcón' y la otra elige la estrategia 'paloma', el 'halcón' gana y la 'paloma' pierde.

Pero la situación peor para ambas es cuando las dos se aferran a la estrategia 'halcón'. El resultado puede modelizarse en la siguiente matriz de preferencias.

Halcón – Paloma		Y	
		Paloma	Halcón
X	Paloma	2° \ 2°	3° \ 1°
	Halcón	1° \ 3°	4° \ 4°

Si comparamos este modelo con el del 'dilema del prisionero' observamos importantes diferencias. Las matrices son muy parecidas, pero han cambiado las posiciones de los pagos 3° y 4°, siendo el análisis y la solución muy diferentes.

Es de destacar que en este análisis de estrategia es de suma importancia el orden en el cual los participantes determinan su estrategia. El primero que lo hace elegirá y manifestará la estrategia 'halcón', con lo que el segundo en elegir se verá obligado a elegir la estrategia 'paloma', o sea la menos mala.

Nuevamente, al igual que en el 'dilema del prisionero', la previa y efectiva colaboración de los participantes hubiera determinado la óptima solución, que en este caso está dada por la dupla paloma /paloma.

En este modelo de juego se distinguen dos diferentes tipos de jugadas estratégicas: Compromiso simple: implica tomar la ventaja jugando primero, anunciando de forma creíble que la decisión ya está tomada y que es imposible echarse atrás.



Amenaza: las amenazas son movimientos de segundo jugador, donde convincentemente se establece una regla de respuesta ante los posibles movimientos del adversario. La característica distintiva de las amenazas es que el emisor del mensaje no tiene incentivos a cumplir con lo establecido, pues por ganar poder de negociación se estaría auto imponiendo algunos costos.

Una amenaza puede consistir en anunciar que se va a responder siempre como halcón, independientemente de las acciones del rival. Suponiendo que el jugador 1 decida tomar ventaja de su posición, el jugador 2 amenaza con estar dispuesto a llegar al peor resultado posible; por lo que al observar este mensaje, el jugador 1 preferirá jugar de forma menos agresiva, llevando a los pagos ahora en favor del jugador 2.

Halcón – Paloma		Y	
		Paloma	Halcón
X	Paloma	2° \ 2°	<b>3° \ 1°</b>
	Halcón	1° \ 3°	4° \ 4°

#### Equilibrio Nash

Un equilibrio de Nash es una situación en la cual todos los jugadores han puesto en práctica, y saben que lo han hecho, una estrategia que maximiza sus ganancias dadas las estrategias de los otros.

# MARCO PRÁCTICO

## Criterio de Savage

Ejemplo 1.

Teniendo en cuenta la teoría mencionada veamos un ejemplo usando datos de una campaña publicitaria:

Tabla 1. Campaña Publicitaria

	Demanda alta	Demanda Media	Demanda Baja
Radio	100	40	20
Televisión	80	20	5
Prensa	90	35	25

En cada una de las columnas debemos elegir el máximo valor que se tiene en cada una de las columnas y restarlas al resto de los elementos Para la columna 1 es el valor 100, la columna 2 el valor mayor es 40, y para la tercera columna es 25, quedando la tabla siguiente:

Tabla 2. Pérdidas relativas

	Demanda alta	Demanda Media	Demanda Baja	$P_i$
Radio	0	0	5	5
Televisión	20	20	20	20
Prensa	10	15	0	10

Así para la columna de demanda alta en la tabla de decisión original era 100, se debe restar a cada uno de los elementos de la columna, ahora en la siguiente tabla se hace de igual forma, cada uno de estos valores representan los  $r_{ij}$ . Así en este ejemplo se tiene que el mínimo de estos valores es Radio. Podemos concluir que se debe montar la campaña publicitaria por la Radio ya que se presenta menos riesgo o menos posibilidades de pérdidas

Savage soluciona el problema de la toma de decisiones teniendo en cuenta los costes de oportunidad generados, observando en primera instancia cuál era la mejor estrategia de cada estado de la naturaleza.

Veamos otro ejemplo:

Tabla 3. Costos

	Sube	Baja	Constante
Alemania	<b>300</b>	200	100
China	250	<b>240</b>	160
España	225	205	<b>175</b>

Posteriormente creó una nueva matriz en la que aparecería el coste de oportunidad de cada estrategia, es decir, a partir del dato más favorable obtenido en el apartado de antes, se observaría “lo que se empeora” en caso de elegir cada estrategia, en lugar de la anterior.

Tabla 4. Costes de oportunidad

	Sube	Baja	Constante
Alemania	$300-300=0$	$240-200=40$	$175-100=75$
China	$300-250=50$	$240-240=0$	$175-160=15$
España	$300-225=75$	$240-205=35$	$175-175=0$

Para acabar, seleccionaba el coste de oportunidad menos favorable en cada estrategia, que en nuestro caso, al tratar con “beneficios” será el dato más alto, es decir, lo que dejaríamos de ganar (75 / 50 / 75).

Nos quedaremos con la estrategia en la que ese coste de oportunidad sea menor, en este caso China, con 50 unidades monetarias.

Tabla 5. Resultado

	Sube	Baja	Constante
Alemania	0	40	<b>75</b>
China	<b>50</b>	0	15
España	<b>75</b>	35	0

### Ejemplo 2.

La siguiente tabla de una construcción de hotel muestra la matriz de pérdidas relativas y el mínimo de éstas para cada una de las alternativas.

Alternativas	Estados de la Naturaleza		
Terreno comprado	Aeropuerto en A	Aeropuerto en B	$r_i$
A	0	23	23
B	21	0	21
A y B	8	12	12
Ninguno	13	11	13

El mayor resultado situado en la columna 1 de la tabla de decisión original es 13; al restar a esta cantidad cada uno de los valores de esa columna se obtienen las pérdidas relativas bajo el estado de la naturaleza *Aeropuerto en A*. De la misma forma, el máximo de la columna 2 en la tabla original es 11; restando a esta cantidad cada uno de los valores de esa columna se obtienen los elementos  $r_{ij}$  correspondientes al estado de la naturaleza *Aeropuerto en B*. Como puede observarse, el valor  $r_i$  menor se obtiene para la tercera alternativa, por lo que la decisión óptima según el criterio de Savage sería comprar ambas parcelas.

El criterio de Savage puede dar lugar en ocasiones a decisiones poco razonables. Para comprobarlo, consideremos la siguiente tabla de resultados:

Alternativas	Estados de la Naturaleza	
	$e_1$	$e_2$
$a_1$	9	2
$a_2$	4	6

La tabla de pérdidas relativas correspondiente a esta tabla de resultados es la siguiente:

Alternativas	Estados de la Naturaleza		
	$e_1$	$e_2$	$r_j$
$a_1$	0	4	4
$a_2$	5	0	5

La alternativa óptima es  $a_1$ . Supongamos ahora que se añade una alternativa, dando lugar a la siguiente tabla de resultados:

Alternativas	Estados de la Naturaleza	
	$e_1$	$e_2$
$a_1$	9	2
$a_2$	4	6
$a_3$	3	9

La nueva tabla de pérdidas relativas sería:

Alternativas	Estados de la Naturaleza		
	$e_1$	$e_2$	$r_j$
$a_1$	0	7	7
$a_2$	5	3	5
$a_3$	6	0	6

El criterio de Savage selecciona ahora como alternativa óptima  $a_2$ , cuando antes seleccionó  $a_1$ . Este cambio de alternativa resulta un poco paradójico: supongamos que a una persona se le da a elegir entre peras y manzanas, y prefiere peras. Si posteriormente se la da a elegir entre peras, manzanas y naranjas, ¿esto equivaldría a decir que ahora prefiere manzanas.

## Juego de Halcón Paloma

**Ejemplo 1:** Dos empresas haciendo cada vez más rebajas se involucran en una guerra de precios, y estimaron que terminarán sufriendo importantes pérdidas, digamos Q. 25,000,000 cada una. En base a ello llegaron a un acuerdo de no hacer rebajas, con lo cual cada una podrá ganar Q. 50,000,000. Si una de las empresas incumple el acuerdo y realiza una pequeña rebaja, podría obtener un beneficio de Q. 75,000,000; mientras que la otra perdería muchos clientes, quedándose sin beneficios ni pérdidas.

Como se puede ver podemos transformar la tabla Halcón-Paloma dependiendo del contexto que tengamos:

Halcón – Paloma		Empresa 2	
		Cooperar	Traicionar
Empresa 1	Cooperar		
	Traicionar		

En conclusión, si nuestros competidores cooperan, lo que más nos interesa es traicionarlos, pero si ellos nos traicionan será preferible que nos mostremos cooperativos en vez de envolvernos en una nueva guerra de precios. Hagan lo que hagan ellos, nos interesará hacer lo contrario. Según el nuevo concepto de estrategia, la solución que más beneficia a ambas empresas es la de respetar el acuerdo, o sea la dupla cooperar/cooperar.

**Ejemplo 2:** Dos adolescentes participan en el juego de la gallina, que consiste en ir a toda velocidad en sentido contrario por una carretera de un solo carril. Al primero que se aparte se le llama gallina, mientras al otro será el valiente.

Naturalmente, si ninguno de los dos se aparta, ambos mueren del choque resultante. Esta situación se representa en la siguiente matriz.

Halcón – Paloma		2	
		Apartarse	Continuar
1	Apartarse	2, 2	1, 3
	Continuar	3, 1	0, 0

## CONCLUSIONES

- Se comprendieron los diversos métodos asignados que conlleva la teoría de juegos, explorando el criterio de Savage y ejemplificando los pasos para la resolución de este.
- Con respecto a la resolución de problemas del marco práctico se identificó que criterio es el correspondiente llegando a una solución óptima respetando siempre la teoría de juegos. Como también se puntualizó el juego de Halcón Paloma por medio de una base tanto teórica como práctica para poder llegar a una solución óptima.
- El criterio de Savage puede dar lugar a decisiones poco razonables o paradójicas.
- El estado de la naturaleza no es controlable por el decisor, por lo que el resultado de una alternativa sólo debería ser comparado con los resultados de las demás alternativas bajo el mismo estado de la naturaleza.
- En el juego de Halcón-Paloma se da lugar a decisiones que se deben tomar por el bien individual o por el bien común.



# BIBLIOGRAFÍA

1. DELSOL (2022) Teoría de juegos. Software DELSOL.
2. Yuri Gorbaneff (2002) Teoría de juegos aplicable en administración. SCIELO.
3. Hillier, Frederick S. y Lieberman, Gerald J. (1997) Introducción a la Investigación de Operaciones; sexta edición; México : Mc. Graw-Hill.
4. Shamblin, James E. y Stevens, G. T, Jr. (1993); Investigación de Operaciones (Un enfoque fundamental) México : Mc. Graw-Hill.
5. Taha, Hamdy (1995); Investigación de Operaciones quinta edición; México : Alfaomega.
6. Moskowitz, Herbert y Wright, Gordon P. (1991) Investigación de Operaciones; México : Prentice-Hall Hispanoamericana, S. A.
7. Carlos A. Ferrari (2022) Cambios en la concepción de la estrategia: un aprendizaje de la Teoría de Juegos. CYTA.
8. Silvana De León (2015) JUEGO DE HALCÓN-PALOMA. UMG.
9. Gutiérrez ,Marcia (2012); Manuales de prácticas de los cursos del área de métodos cuantitativos. USAC
10. Aguiar, Fernando (2004); Teoría de la decisión e incertidumbre: modelos normativos y descriptivos. Empiria; Madrid N.º 8
11. Lopez, Victor (2020); La toma de decisiones en la empresa. Econfinados