


ARTÍCULO No 5

Aplicación de un modelo práctico de teoría de juegos en la gestión de la calidad a partir de un modelo de suma cero de dos proveedores con estrategias mixtas con hoja de cálculo

5

Aplicación de un modelo práctico de teoría de juegos en la gestión de la calidad a partir de un modelo de suma cero de dos proveedores con estrategias mixtas con hoja de cálculo

Investigador: Manuel Méndez Flores¹
Instituto Centroamericano de Administración Pública
San José, Costa Rica.

 [Orcid:0000-0002-8714-1150](https://orcid.org/0000-0002-8714-1150)

RESUMEN

La negociación es sin duda una actividad que las personas debemos aprender para uso diario, en la vida personal y profesional. En el mundo de las ciencias empresariales, podemos apreciar ejemplos sobre la aplicación de la teoría de juegos, y cómo ha permitido encontrar soluciones a problemas complejos.

Este artículo teórico y explicativo, tiene como objetivo mostrar la aplicación de la investigación de operaciones en la gestión de la calidad, a partir de mostrar cómo la teoría de juegos puede ayudar en el análisis de selección de proveedores en una organización.

Se presenta al lector un ejemplo básico para la resolución de un problema de un juego de suma cero con estrategias mixtas entre proveedores y cómo a partir del planteamiento del modelo en una hoja electrónica. Se concluye que la aplicación de la teoría de juegos en la gestión de la calidad, específicamente en el proceso de selección de proveedores, proporciona una herramienta valiosa para tomar decisiones informadas y estratégicas, mejorando así la calidad de los productos o servicios ofrecidos por la organización, ya que permite un análisis más profundo, una negociación eficiente y con menores riesgos.

Palabras claves

TEORÍA DE JUEGOS, INVESTIGACIÓN OPERATIVA, GESTIÓN DE LA CALIDAD, MODELO MATEMÁTICO, JUEGOS DE SUMA CERO, INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN, ESTRATEGIA ADMINISTRATIVA

¹ Investigador. Costarricense. Máster en Economía Empresarial y Competitividad Empresarial (Universidad Nacional de Costa Rica), Licenciado en Ingeniería en Producción Industrial (Instituto Tecnológico de Costa Rica), Doctorando en Política Pública y Ciencias Empresariales (Instituto Centroamericano de Administración Pública). Profesor Universitario Especialista en: Estadística, Investigación de Operaciones, Gerencia de la Calidad, Gerencia de Operaciones, Metodología de Investigación, Ingeniería Industrial. Ha laborado como Fiscalizador de Proyectos para la Comisión Nacional de Prevención y Atención de Emergencias de Costa Rica, Consultor para Ernst & Young de Centroamérica e Ingeniero de Procesos en Corporación Pipasa. Correo: manuel.mendez.flores@icap.ac.cr

Méndez, M. (2024) Aplicación de un modelo práctico de teoría de juegos en la gestión de la calidad a partir de un modelo de suma cero de dos proveedores con estrategias mixtas con hoja de cálculo. *Revista Centroamericana de Administración Pública*, (86), 78-87. DOI: 10.35485/rcap86_5

Application of a practical game theory model in quality management based on a two-supplier zero-sum model with mixed strategies using a spreadsheet

Abstract

Negotiation is undoubtedly an activity that people must learn for daily use, in personal and professional life. In the world of business sciences, we can see examples of the application of game theory, and how it has allowed finding solutions to complex problems.

This theoretical and explanatory article aims to show the application of operations research in quality management, by showing how game theory can help in the analysis of supplier selection in an organization. The reader is presented with a basic example for solving a zero-sum game problem with mixed strategies between suppliers, and how from the formulation of the model in a spreadsheet.

It is concluded that the application of game theory in quality management, specifically in the supplier selection process, provides a valuable tool for making informed and strategic decisions, thus improving the quality of the products or services offered by the organization, as it allows for a deeper analysis, efficient negotiation, and lower risks.

Key words

GAME THEORY, OPERATIONS RESEARCH, QUALITY MANAGEMENT, MATHEMATICAL MODELING, ZERO-SUM GAMES, PRODUCTION ENGINEERING, MANAGEMENT STRATEGY, MANAGEMENT STRATEGY

Recibido: 13 de mayo de 2024

Aceptado: 18 de julio de 2024

DOI: 10.35485/rcap86_5

I. Introducción

Los mejores proveedores ayudan a los fabricantes a obtener y mantener una ventaja competitiva mejorando la calidad del producto, reduciendo costos, acortando el tiempo de entrega, etc. El papel crucial que desempeñan los proveedores en una cadena de suministro hace que la selección de uno o varios proveedores sea un trabajo importante que atrae la atención tanto de investigadores como de profesionales.

La investigación de operaciones se utiliza ampliamente en la gestión de la cadena de suministro y la logística para optimizar la distribución de recursos, la programación de producción y la gestión de inventarios. En este contexto, la teoría de juegos puede utilizarse

para modelar interacciones estratégicas entre diferentes actores en la cadena de suministro, como fabricantes, distribuidores y minoristas, y optimizar sus decisiones para maximizar el beneficio conjunto (Mediavilla et al., 2021)

Hoy en día existen aplicaciones que ha logrado automatizar la computación evolutiva y la teoría de juegos, por lo que este artículo se ha enfocado en mostrar las virtudes de la aplicación los modelos de suma cero, mostrando si la resolución de problemas puede ser una actividad compleja o si a partir de la resolución en una hoja electrónica es posible obtener un resultado en minutos.

II. Marco conceptual

La teoría de juegos es un área de las matemáticas y la economía que estudia las interacciones estratégicas entre agentes racionales. Se utiliza para analizar situaciones donde el resultado de una decisión tomada por un individuo depende no solo de sus propias acciones, sino también de las acciones de otros individuos (Ricart, 1988) Algunos conceptos fundamentales en la teoría de juegos incluyen (Ricart, 1988):

Juegos: Modelos abstractos de situaciones en las que los proveedores toman decisiones estratégicas con el objetivo de maximizar su utilidad.

Proveedores: Los participantes en el juego, que pueden ser individuos, empresas, países, etc.

Estrategias: Planes de acción disponibles para cada jugador.

Pagos o utilidades: Las recompensas o pérdidas asociadas con los resultados de un juego para cada jugador.

Equilibrio de Nash: Una situación en la que ningún jugador tiene incentivos para cambiar unilateralmente su estrategia, dado que los demás proveedores mantienen las suyas. Es un concepto central para predecir el resultado de juegos repetidos.

Juegos de suma cero: Como mencionamos antes, son juegos en los que la ganancia total de los proveedores involucrados es igual a cero.

La teoría de juegos ofrece herramientas analíticas poderosas para comprender las interacciones estratégicas en la formulación y ejecución de políticas públicas, y puede ayudar a los responsables políticos a tomar decisiones más informadas y eficaces.

La teoría de juegos y la investigación de operaciones.

La teoría de juegos y la investigación de

operaciones son dos áreas interrelacionadas de las matemáticas aplicadas que se utilizan para abordar problemas de toma de decisiones en contextos complejos. Aquí hay algunas formas en que estas dos disciplinas pueden estar relacionadas (Martínez Moncaleano et al., 2019)

Optimización en juegos

La investigación de operaciones se centra en la optimización de procesos y recursos para maximizar el rendimiento o minimizar los costos. En el contexto de la teoría de juegos, esto puede implicar encontrar estrategias óptimas para los proveedores que maximicen sus utilidades o minimicen sus pérdidas en un juego dado. La programación lineal, la programación entera y otros métodos de optimización son herramientas comunes utilizadas tanto en la investigación de operaciones como en la teoría de juegos.

Aplicaciones en logística y cadena de suministro

La investigación de operaciones se utiliza ampliamente en la gestión de la cadena de suministro y la logística para optimizar la distribución de recursos, la programación de producción y la gestión de inventarios. En este contexto, la teoría de juegos puede utilizarse para modelar interacciones estratégicas entre diferentes actores en la cadena de suministro, como fabricantes, distribuidores y minoristas, y optimizar sus decisiones para maximizar el beneficio conjunto.

Juegos cooperativos y no cooperativos

La teoría de juegos distingue entre juegos cooperativos, donde los proveedores pueden colaborar para lograr un resultado mutuamente beneficioso, y juegos no cooperativos, donde los proveedores compiten entre sí y no pueden hacer acuerdos vinculantes. La investigación de operaciones puede abordar problemas en ambos tipos de juegos, desde la planificación de proyectos colaborativos hasta la competencia en mercados oligopólicos.

Teoría de juegos evolutiva

La teoría de juegos evolutiva estudia cómo las estrategias en una población de proveedores pueden cambiar y evolucionar a lo largo del tiempo a través de procesos de selección

natural. Este enfoque puede integrarse con la investigación de operaciones para analizar la dinámica de sistemas complejos, como la evolución de normas sociales, la propagación de innovaciones tecnológicas o la competencia en mercados en constante cambio.

La teoría de juegos y la investigación de operaciones son disciplinas complementarias que se superponen en muchos aspectos, especialmente en la modelización y optimización de decisiones en contextos competitivos y colaborativos. Integrar estos enfoques puede proporcionar un marco analítico más completo para abordar una amplia gama de problemas de toma de decisiones en negocios, ingeniería, economía y otros campos.

La teoría de juegos es una herramienta fundamental para el análisis de conflictos y cooperación en una amplia variedad de campos, desde la economía y la política hasta la biología y la ciencia de la computación (Milanesi, 2023)

Aquí hay algunas

Modelado de interacciones estratégicas

La teoría de juegos proporciona un marco formal para modelar situaciones en las que los individuos, conocidos como "proveedores", toman decisiones estratégicas que afectan los resultados para ellos mismos y para otros. Esto es crucial para comprender cómo se desarrollan y resuelven los conflictos, así como para predecir patrones de cooperación.

Equilibrios y resolución de conflictos

La teoría de juegos identifica conceptos como el equilibrio de Nash, donde ningún jugador tiene incentivos para cambiar unilateralmente su estrategia, como un resultado importante en juegos estratégicos. Estos equilibrios proporcionan "insights" sobre cómo pueden surgir compromisos o acuerdos en situaciones de conflicto.

Juegos cooperativos vs. no cooperativos

La teoría de juegos distingue entre juegos cooperativos, donde los proveedores pueden

colaborar para alcanzar resultados mutuamente beneficiosos, y juegos no cooperativos, donde los proveedores compiten entre sí. Esto permite analizar la dinámica de la cooperación y el conflicto en diferentes contextos.

Negociación y diplomacia

La teoría de juegos se aplica extensamente en el análisis de estrategias de negociación y diplomacia. Por ejemplo, en situaciones de negociación internacional, como acuerdos comerciales o tratados de armas, los actores deben considerar cómo sus acciones afectarán las respuestas de otros actores y cómo maximizar su propio beneficio en este contexto.

Dilemas sociales y resolución de problemas

La teoría de juegos se utiliza para analizar dilemas sociales, como el dilema del prisionero, donde los incentivos individuales pueden conducir a resultados subóptimos para todos los involucrados. Comprender estos dilemas puede ayudar a desarrollar estrategias para promover la cooperación y resolver conflictos de manera más efectiva.

La teoría de juegos proporciona herramientas analíticas poderosas para comprender y abordar una amplia gama de conflictos y problemas de cooperación en diversos contextos, desde las interacciones económicas y políticas hasta las relaciones sociales y biológicas.

Juegos de suma cero

Un juego de suma cero es un tipo de juego en teoría de juegos donde las ganancias y pérdidas totales de los proveedores suman cero, lo que significa que lo que uno gana, el otro pierde. El término "suma cero" se refiere a la situación en la que la ganancia total de los proveedores involucrados en el juego es igual a cero (Zalles Santivanez, 2000)

Un ejemplo clásico de un juego de suma cero es el juego de "Tres en raya" (también conocido como "Gato" o "Tic-tac-toe"). En este

juego, si un jugador gana, el otro pierde, y si nadie gana, el juego termina en un empate, lo que significa que ninguna de las partes gana o pierde en términos netos.

Los juegos de suma cero son importantes en la teoría de juegos porque ayudan a comprender situaciones competitivas donde los intereses de los proveedores están en conflicto directo y donde una estrategia óptima para un jugador puede implicar perjuicio para el otro jugador.

Teoría de juegos de suma cero con estrategias mixtas

Los proveedores eligen sus acciones no de manera determinista, sino de acuerdo con alguna distribución de probabilidad. Esto significa que, en lugar de elegir una acción específica cada vez, los proveedores eligen una distribución de probabilidad sobre todas las posibles acciones disponibles (Velez-Langs et al., 2014)

En un juego de suma cero, el valor esperado de un jugador en un equilibrio de estrategia mixta es cero, lo que significa que no hay una ganancia neta para ningún jugador en promedio. Sin embargo, encontrar este equilibrio puede ser más complicado que en los juegos de suma cero con estrategias puras, donde los proveedores eligen una acción específica en cada situación (Ovuworie et al., 1979)

El concepto central en la teoría de juegos de suma cero con estrategias mixtas es el equilibrio de Nash en estrategias mixtas. Este es un conjunto de distribuciones de probabilidad para las acciones de los proveedores, donde ningún jugador tiene incentivos para cambiar su estrategia unilateralmente, dado que los demás proveedores mantienen sus estrategias (Vargas Valdivieso, 2017)

La teoría de juegos de suma cero con estrategias mixtas es una extensión de la teoría de juegos que permite a los proveedores elegir acciones probabilísticas en lugar de deterministas. Este enfoque se utiliza para

analizar una amplia gama de juegos competitivos y colaborativos, desde el póker hasta las estrategias empresariales, teniendo en cuenta la incertidumbre y la naturaleza estratégica de las decisiones (Amasifuen Alfaro y Raunelli Montoya, 2023)

III. Metodología

La metodología se basa en el desarrollo de un modelo teórico de teoría de juegos de suma cero, su implementación en una hoja de cálculo, el análisis de sensibilidad y la validación mediante un caso de estudio, con el objetivo de proponer una herramienta práctica para la gestión de la calidad y la selección de proveedores se describe a continuación:

Planteamiento del problema. Se analiza la aplicación de la teoría de juegos en la gestión de la calidad en un escenario de selección de dos proveedores. Posteriormente se desarrolla el modelo de suma cero con estrategias mixtas para la toma de decisiones en la selección de proveedores.

Modelo teórico. Se plantea un modelo de teoría de juegos de suma cero con dos proveedores, donde cada proveedor tiene dos estrategias posibles: ofrecer alta o baja calidad.

Los jugadores (proveedores) tienen información completa sobre las estrategias y los pagos. El objetivo es encontrar el equilibrio de Nash en estrategias mixtas, desarrollando el modelo en hoja de cálculo:

1. Se implementa el modelo teórico en una hoja de cálculo para facilitar los cálculos.
2. Se definen los parámetros del modelo, como los pagos de cada estrategia.
3. Se calcula el equilibrio de Nash en estrategias mixtas utilizando las fórmulas correspondientes.

Análisis de sensibilidad. Se realiza un análisis de sensibilidad variando los valores de los parámetros del modelo, evaluando el impacto de los cambios en los pagos y las probabilidades de equilibrio.

Validación y aplicación práctica. Se valida el modelo mediante la comparación con datos reales de un caso de estudio en la industria de manufactura de dispositivos médicos.

Finalmente, se analiza la aplicabilidad del modelo en la gestión de la calidad y la selección de proveedores.

Conclusiones y recomendaciones. Permiten evidenciar los hallazgos clave y las implicaciones del modelo propuesto.

IV. Desarrollo del modelo de teoría de juegos de suma cero de dos proveedores con estrategias mixtas con hojas de cálculo.

Excel incluye una función Solver que permite resolver problemas de optimización al encontrar el valor óptimo para una celda objetivo, sujeto a ciertas restricciones. Solver en Excel requiere lo siguiente:

Habilitar Solver

Si no está habilitada la función Solver en Excel, primero necesitas activarla.

En a la pestaña "Archivo", luego a "Opciones", selecciona "Complementos" y marca la casilla de verificación para "Solver Add-in". Luego haz clic en "Aceptar".

Abrir Solver

Una vez habilitado, encontrará Solver en la pestaña "Datos". Haz clic en "Solver" en el grupo "Análisis".

Definir el problema

En la ventana de Solver, ingresa la celda objetivo que deseas optimizar, así como las celdas variables que pueden cambiar. También define cualquier restricción que deba cumplirse. Por ejemplo, podrías querer maximizar las ventas (celda objetivo) sujetas a restricciones de recursos disponibles.

Configurar opciones:

Selecciona si deseas maximizar o minimizar la celda objetivo y especifica cualquier opción adicional necesaria. Por ejemplo, puedes establecer límites para las variables o ajustar la

precisión del cálculo.

Resolver el problema:

Una vez que se haya definido el problema y configurado las opciones, haz clic en "Resolver". Excel utilizará el método Solver para encontrar la solución óptima dentro de los límites y restricciones establecidos.

Es importante tener en cuenta que Solver utiliza métodos de optimización numérica y puede requerir cierta familiaridad con el problema que estás intentando resolver. También se debe tomar en cuenta que Solver puede no encontrar una solución óptima si el problema es demasiado complejo o si las restricciones son demasiado restrictivas. En esos casos, es posible que necesites revisar tu enfoque o utilizar herramientas de optimización más avanzadas.

Resolver juegos de suma cero con estrategias mixtas usando hojas de cálculo es una tarea que implica la aplicación de la teoría de juegos junto con algunas funciones y técnicas disponibles en las hojas de cálculo como Excel.

El punto de partida del caso es la matriz pagos, el proveedor 1 tiene 4 estrategias y el proveedor 2 tiene 3 estrategias como muestra el cuadro 1.

Tabla 1.

Planteamiento del problema de suma cero de 2 proveedores.

	ESTRATEGIAS	PROVEEDOR 2		
		1	2	3
PROVEEDOR 1	1	7	3	-1
	2	-3	2	4
	3	1	-4	3
	4	5	0	-2

Nota. Elaboración propia.

En la teoría de juegos, un punto silla es un concepto importante en una matriz de pagos de dos proveedores. Un punto silla se refiere a una situación en la que un jugador tiene una estrategia óptima y su oponente también tiene una estrategia óptima, y estas estrategias óptimas coinciden en la misma celda de la matriz de pagos.

En otras palabras, un punto silla es aquel en el que ningún proveedor puede mejorar su situación cambiando unilateralmente su estrategia, dado que la estrategia de su oponente ya es óptima para esa celda específica.

Un punto silla en una matriz de pagos indica un equilibrio de Nash, que es una situación en la que ninguno de los proveedores tiene incentivos para cambiar su estrategia mientras el otro proveedor mantenga la suya. Es importante tener en cuenta que un juego puede tener múltiples puntos silla o ninguno en absoluto (Zalles Santivanez, 2000)

Se determina que no hay punto silla, entonces se procede a plantear la solución buscando maximizar la función objetivo del proveedor 1 y a minimizar la función objetivo del proveedor 2. Por esta razón, se considera que esta es una estrategia mixta, como muestra el cuadro 2.

Tabla 2.

Valoración de la estrategia mixta en el caso de suma cero de 2 proveedores.

	ESTRATEGIAS	PROVEEDOR 2			MÍNIMO
		1	2	3	
PROVEEDOR 1	1	7	3	-1	-1
	2	-3	2	4	-3
	3	1	-4	3	-4
	4	5	0	-2	-2
	MÁXIMO	7	3	4	

Nota. Elaboración propia

Para resolver el ejercicio con Solver de requiere incorporar las fórmulas de suma producto. La función suma producto en Excel es una función muy útil que realiza el producto de los elementos correspondientes en una o más matrices y luego suma los productos resultantes. Es especialmente útil cuando necesitas sumar productos en conjuntos de datos que se alinean de manera similar, como en el caso de tablas de datos.

Esta función es muy flexible y puede utilizarse para realizar una amplia variedad de cálculos en Excel, desde sumas ponderadas hasta sumas

condicionales. Es una herramienta poderosa para manipular y analizar datos en hojas de cálculo. Para el ejercicio se muestra la aplicación de la fórmula en el cuadro 3.

Tabla 3.

Modelo de suma cero en una hoja electrónica.

		MIN 2	PROVEEDOR 2			
		Prob 1	Prob 2	Prob 3		
MAX 2	ESTRATEGIAS	1	2	3	=SUMA(L3:N3)	
PROVEEDOR 1	Prob 1	7	3	-1	=SUMAPRODUCTO(L5:N5:\$L3:\$N3)	
	Prob 2	-3	2	4	=SUMAPRODUCTO(L6:N6:\$L3:\$N3)	
	Prob 3	1	-4	3	=SUMAPRODUCTO(L7:N7:\$L3:\$N3)	
	Prob 4	5	0	-2	=SUMAPRODUCTO(L8:N8:\$L3:\$N3)	
Suma	=SUMA(L5:L8)	VE	=SUMAPRODUCTO(\$I\$5:\$J\$8:\$L5:\$L8)	=SUMAPRODUCTO(\$I\$5:\$J\$8:\$M5:\$M8)	=SUMAPRODUCTO(\$I\$5:\$J\$8:\$N5:\$N8)	

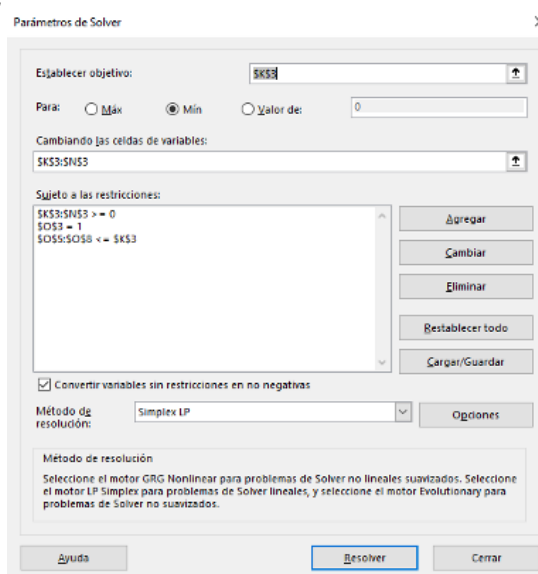
Nota. Elaboración propia.

Se procede a completar el modelo de la hoja electrónica donde se incorporan las restricciones correspondientes en primera instancia para maximizar la función objetivo del proveedor 1 y segunda instancia a minimizar la función objetivo del proveedor 2.

Las celdas variables en ambos casos son los valores de probabilidad, incluyendo la función objetivo. Adicionalmente se debe cumplir que la suma de los valores de probabilidad debe ser igual a uno, y que los resultados de los valores esperados deben ser menor a la función objetivo.

Figura 1.

Parámetros del Solver para el modelo de suma cero.



Nota. Elaboración propia, con la herramienta Excel.

Se observa que existe coincidencia entre los resultados de la función objetivo en la maximización de la función objetivo del proveedor 1 y la minimización del objetivo del proveedor 2. Se observa las probabilidades del jugador uno son 42.9%, 45.7% y 11.4 %, respectivamente, y un 0% en el caso de la estrategia 4, lo que indica que esta ha sido superada por las otras estrategias.

Las probabilidades de las estrategias en el proveedor 2 son 29.5%, 9.5% y 61% respectivamente, como lo muestra el cuadro 4.

Figura 4.

Resultado del modelo de suma cero con estrategia mixta.

		MIN Z		PROVEEDOR 2			
		1,74	1,74	Prob 1	Prob 2	Prob 3	VE
	MAX Z	1,74	1,74	29,5%	9,5%	61,0%	100,0%
	Prob 1	42,9%	1	7	3	-1	1,74
	Prob 2	45,7%	2	-3	2	4	1,74
	Prob 3	11,4%	3	1	-4	3	1,74
	Prob 4	0,0%	4	5	0	-2	0,26
	Suma	100,0%	VE	1,74	1,74	1,74	

Nota. Elaboración propia.

V. Conclusiones

Las conclusiones destacan la utilidad práctica del modelo de teoría de juegos propuesto, su capacidad de adaptación a diferentes escenarios y su potencial para mejorar los procesos de gestión de la calidad y selección de proveedores en las organizaciones.

1. El modelo de teoría de juegos de suma cero desarrollado en este estudio demuestra ser una herramienta práctica y eficaz para abordar problemas de gestión de la calidad en la selección de proveedores.

2. La implementación del modelo en una hoja de cálculo permite a los gerentes y responsables de compras realizar análisis rápidos y tomar decisiones informadas sobre la selección de proveedores en función de las estrategias de calidad.

3. El equilibrio de Nash en estrategias mixtas obtenido en el modelo proporciona aportes valiosos sobre las probabilidades

óptimas que cada proveedor debería asignar a sus estrategias de alta y baja calidad.

4. Los análisis de sensibilidad realizados demuestran la robustez del modelo y su capacidad para adaptarse a diferentes escenarios y cambios en los parámetros, como los pagos asociados a cada estrategia de calidad.

5. La validación del modelo mediante un caso de estudio en la industria confirma su aplicabilidad práctica y su potencial para mejorar la toma de decisiones en la gestión de la calidad y la selección de proveedores.

6. El enfoque basado en la teoría de juegos permite a las empresas comprender mejor las interacciones estratégicas entre proveedores y desarrollar estrategias más efectivas para garantizar la calidad de los suministros.

7. Se recomienda la implementación de este modelo en la práctica empresarial como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones en la gestión de la calidad y la selección de proveedores.

VI. Referencias Bibliográficas.

Amasifuen Alfaro, R. y Raunelli Montoya, J. R. (2023). Sierralta Ríos, Aníbal. Negociaciones y teoría de los juegos. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009. *Giuristi: Revista de Derecho Corporativo*, 4(7). <https://doi.org/10.46631/giuristi.2023.v4n7.08>

Martínez Moncaleano, C. J., Amézquita Lizcano, J., y Leiva Morantes, L. E. (2019). APLICACIÓN DE UN MODELO DE TEORÍA EVOLUTIVA DE JUEGOS EN PROCESOS DE COOPERACIÓN. *Revista Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas -FACCEA*, 9(1). <https://doi.org/10.47847/faccea.v9n1a4>

- Mediavilla, M., Mendibil, K., & Bernardos, C. (2021). Making the most of game theory in the supplier selection process for complex items. *Production Planning and Control*, 32(10). <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1773560>
- Milanesi, G. S. (2023). Opciones Reales Multinomiales con dos variables de estado y Teoría de juegos en la valoración de estrategias de inversión. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 18(4). <https://doi.org/10.21919/remef.v18i4.903>
- Ovuworie, G. C., Daellenbach, H. G., & George, J. A. (1979). Introduction to Operations Research Techniques. *The Journal of the Operational Research Society*, 30(5). <https://doi.org/10.2307/3009728>
- Ricart, J. E. (1988). Una introducción a la teoría de los juegos. *In Molecular Pharmacology* (21)
- Vargas Valdivieso, M. A. (2017). Aplicaciones de la Teoría de Juegos en el Proceso de Dirección y Administración Estratégica de Empresas. *Alternativas*, 17(2). <https://doi.org/10.23878/alternativas.v17i2.126>
- Velez-Langs, O., Gómez Rocha, H., & Acosta Parejo, J. (2014). Computación Evolutiva y Teoría de Juegos: Un híbrido para la automatización en sistemas de soporte a la negociación. *Industrial Data*, 9(2). <https://doi.org/10.15381/idata.v9i2.5865>
- Zalles Santivanez, J. H. (2000). Suma cero, la tradición contenciosa y las teorías contemporáneas de resolución de conflictos. *Iuris Dictio*, 1(2). <https://doi.org/10.18272/iu.v1i2.528>