

Aplicación de la teoría de juegos en la toma de decisiones estratégica en las MIPYMES

(Application of game theory in strategic decision in MSMEs)

Jessica Garizurieta Bernabe* y Miguel Hugo Garizurieta Meza**

Recibido: 09/05/22

Aceptado: 24/06/22

RESUMEN

Los métodos matemáticos han mostrado por años, ser una base importante para la toma de decisiones, no obstante, se ha dejado de lado su aplicación en las organizaciones. Debido a que, las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) son un eslabón clave en la economía, no sólo por su capacidad para generar empleo, sino también, por su participación en el Producto Interno Bruto (PIB); se propone el uso de la teoría de juegos, como herramienta matemática para el análisis de la información, en el proceso de toma de decisiones de las MIPYMES. Para esto, se realiza una revisión teórica del proceso de toma de decisiones y la teoría de juegos y estrategias, a partir de la cual, se exponen los detalles de las particularidades metodológicas de la técnica y, se desarrolla un modelo matemático a fin de ejemplificar, el potencial de esta herramienta matemática, para analizar y comparar varias alternativas estratégicas y elegir la óptima. El método matemático presentado se basa en los datos de la encuesta del Impacto Generado por COVID-19 en las Empresas (ECOVID-IE segunda edición) 2020 y el Estudio sobre Demografía de los Negocios (EDN) 2020; y permite el análisis de la dinámica competitiva del mercado entre las grandes compañías y MIPYMES, con lo cual se evidencia la utilidad de la teoría de juegos en las decisiones estratégicas.

Palabras clave: Toma decisiones; teoría de juegos; estrategias; MIPYMES.

ABSTRACT

Mathematical methods have been shown for years to be an important basis for decision-making, however their application in organizations has been overlooked. Given that micro, small and medium-sized enterprises (MSMEs) are a key link in the economy, not only because of their ability to generate employment, but also because of their participation in the Gross Domestic Product (GDP); the use of game theory is proposed, as a mathematical tool for the analysis of information, in the decision-making process of MSMEs. For this, a theoretical review of the decision-making process and the theory of games and strategies is made, from which, details of the technical and methodological peculiarities are described and, a mathematical model is developed to exemplify, the potential of this mathematical tool, to analyze and compare various strategic alternatives and choose the optimal one. The mathematical method presented is based on the data of the Survey of the Impact Generated by COVID-19 in Companies (ECOVID-IE second edition) 2020 and the Study on Business Demography (EDN) 2020; and allows the analysis of the competitive dynamics of the market between large companies and MSMEs, demonstrating the utility of game theory in strategic decision-making.

Keywords: Take decisions; games theory; strategies; MSMEs.

Keywords: Assertiveness; Communication; Direction; New normality; Online working

JEL Classification: C7, D81

* Universidad Veracruzana– UV, Facultad de Contaduría y Administración. jgarizurieta@uv.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1443-4737>

** Universidad Veracruzana– UV, Facultad de Contaduría y Administración. mgarizurieta@uv.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1968-5121>

INTRODUCCIÓN

Se considera que toda organización debe tener la capacidad de ser flexible para responder de forma adecuada a los cambios en el mercado, adaptándose a los tipos de bienes producidos, cantidad y calidad de mano de obra, insumos, etc. Por lo que, es de gran importancia el conocimiento de técnicas matemáticas, en las cuales base su toma de decisiones.

La toma de decisiones consiste en hacer un uso estratégico de la información con la que se cuenta, para poder elegir una alternativa de entre varias posibilidades y alcanzar un estado deseado, considerando la limitación de recursos.

Cabe señalar que, las micro, pequeña y mediana empresa (MIPYMES), “*cumplen un rol clave en la economía de mercado moderna por su dinamismo y capacidad para generar empleo*” (Baltar y Gentile, 2012, p. 1060); tan sólo en Latinoamérica generan en promedio un 64.26% del empleo total, conformándose de la siguiente manera; servicios 38%, manufactura 13% y comercio con el 49% (Saavedra y Hernández, 2008). Y en México, “de los 4.9 millones de establecimientos del sector privado y paraestatal registrados en los Censos Económicos 2019, 99.8% pertenecen al conjunto de establecimientos micro, pequeños y medianos” (INEGI, 2020, p. 2). De allí, la importancia de la toma de decisiones en las MIPYMES, al ser estas elemento clave para el desarrollo de las economías nacionales.

No obstante, es posible observar como este segmento, está sometido a un ciclo de apertura y quiebra, que en su mayoría se vuelve constante e inevitable, y como consecuencia, de acuerdo a Kielstra (2007), de un proceso de toma de decisiones limitado por la falta del conocimiento de herramientas adecuadas para la explotación y análisis de los datos que, les permita obtener información pertinente en este proceso.

En general, los procesos de toma de decisiones en las organizaciones usualmente son procesos complejos, ya que se encuentran influenciados por las características particulares de los tomadores de decisiones (Acuña et al., 2019), siendo observable en las MIPYMES, un estilo caracterizado por la intuición (González y Bermúdez, 2008) al ser los propios dueños del negocio o algún familiar quien toma decisiones (Guerra 2016). Al mismo tiempo, de conformidad con González y Bermúdez (2008) el tamaño de la organización es un factor de influencia ya que, cuando se trata de microempresas las decisiones son tomadas por lo general por el gerente general sin

llevar a cabo una consulta previa con otros directivos, por el contrario, en las medianas y pequeñas empresas las decisiones suelen tomarse por un comité, mismo que es presidido por el gerente.

Según la óptica de Baltar y Gentile (2012), la realidad de las MIPYMES se caracteriza por ser un entorno hostil e incierto, donde las decisiones a tomar están relacionadas principalmente “con el cumplimiento de leyes y normas, factores externos que están fuera de control, para responder a cambios presentes en el ambiente y para aprovechar oportunidades” (Martínez, 2016, p.57); dejando de lado, problemas relacionados con el factor humano, con la publicidad y comercialización. Este punto se afirma con el estudio de López, Guamán, y Castro (2020), quienes a través de una investigación de carácter cualitativo en gerentes de Pymes, lograron establecer que, si bien la toma de decisión en las MIPYMES se realiza con base en información actualizada y oportuna, el tipo de información que se usa está vinculada mayormente al mercado en que se localiza la organización, dejando de lado aquella de carácter financiera, de ventas o de los empleados.

En lo que respecta a las variables que influyen en la toma de decisiones de MIPYMES, Navarrete (2013, como se citó en Guerra, 2016) establece que, aquellas que influyen de forma positiva son: “a. Contar con una visión clara de la empresa, donde todos sus trabajadores la comprendan y la sigan. b. Mantener manuales de operación interno. c. Tener un organigrama estructurado y comprendido por todos los empleados. d. Poseer un catálogo de productos claro y oportuno de lo que les pueden ofrecer a sus clientes” (p.59). Sin embargo, de acuerdo a diversos estudios (González y Bermúdez 2008; Guerra 2016; Kielstra, 2007; Requejo y Sanchez 2019), no todas las MIPYMES cuentan con estas variables.

Si se analiza el proceso de decisión en función del sector en el que se encuentran las MIPYMES, se puede encontrar en los estudios de Kielstra (2007) y McCauley (2007) que, en el sector de comercialización y servicios, no se aplican modelos estándar que permitan explorar y analizar datos para la toma de decisiones fundamentada. Mientras que en el sector industrial, según Acuña et al. (2019) y Martínez (2016), existe un mayor uso de herramientas para tomar decisiones relacionadas con la parte operativa y no con la gestión estratégica de todas las áreas de la organización.

Por consiguiente, es relevante que las MIPYMES comiencen a utilizar herramientas matemáticas que les permitan crear sus propias

ventajas competitivas para afrontar las dificultades que presenta el mercado.

Bajo el contexto anterior, en la primera parte de esta investigación se realiza una revisión teórica desde el enfoque descriptivo, acerca del proceso de toma de decisiones, resaltando los aspectos metodológicos que describen las contribuciones de los diversos métodos cuantitativos aplicados para resolver las problemáticas que se genera por la operatividad de las organizaciones, a fin de reflexionar sobre la aplicabilidad de la metodología de juegos y estrategias en el proceso de toma de decisiones.

Más adelante, sobre la base del análisis de varios autores, se presenta una descripción general de la teoría de juegos y estrategias, para detallar el desarrollo del modelo a través de los métodos matemáticos algebraico y simplex y se expone, a manera de ejemplo, el procedimiento para la construcción de un modelo matemático a partir de la teoría de juegos y estrategias, con información real extraída del estudio de Demografía de los Negocios (EDN) 2020 del INEGI. Por último, se presenta la interpretación y discusión de los resultados en materia de toma de decisiones.

I LA TEORÍA DE JUEGOS Y SU IMPORTANCIA EN LA TOMA DE DECISIONES

En general, una decisión es la conclusión de un proceso de análisis por parte de la persona que decide (Rheault, 1973) y surge cuando el estado real de las cosas no se ajusta al estado deseado (Stoner et al. 1996). En vista de que, cada decisión cuenta con diferentes características, ya sea de tiempo, espacio o circunstancia; el tema ha sido estudiado desde diferentes perspectivas disciplinares, tales como: La Estadística, La Teoría De Las Probabilidades, La Psicología, Economía, Sociología, La Informática, Etc.

Cuando se habla de tomar una decisión, sin importar el grado de importancia y el tipo de decisión que se trate, automáticamente el ser humano, analiza los posibles resultados, identifica prioridades, beneficios negativos y positivos e incluso realiza comparaciones con otros sucesos que vivió en el pasado, por esta razón, se dice que la toma de decisiones es considerado un proceso. En este sentido, se puede definir la toma de decisiones como el proceso para identificar y seleccionar un curso de acción para resolver un problema específico.

Constantemente, las organizaciones se ven en la necesidad de tomar decisiones, y aunque algunas cuentan con un mayor nivel de importancia que otras, todas marcan el destino a corto, medio y largo plazo de

su vida. Por lo tanto, de la forma en que se lleve a cabo el proceso de toma de decisión dependerá el éxito o fracaso de una organización. Thierauf y Grosse (1982) identifican cuatro enfoques durante la toma de decisiones en las organizaciones:

- El *convencional*. Este enfoque consiste en la toma de decisión a partir de técnicas y soluciones pasadas, convirtiéndose en un proceso estático y, dejando de lado el dinamismo de la organización.
- De *observación*. En este enfoque el tomador de decisión estudia a otras organizaciones que se encuentran con alguna problemática semejante, para aprender de ellos; si bien no se considera del todo buena, su aplicación contribuye en el perfeccionamiento de cierta técnica.
- Sistemático. Este enfoque permite identificar la decisión más óptima ya que, utiliza una combinación de otros enfoques -como el científico-, por lo que hace posible usarlo en situaciones tanto actuales como futuras.
- Planeado. A través de este enfoque se busca resolver mediante el desarrollo y aplicación de métodos cuantitativos, problemas con objetivos contradictorios, diversas alternativas y/o políticas; ayudando en la planeación, organización, dirección y control de las actividades dentro de una empresa.

Como puede verse, existen diferentes procesos de toma de decisiones. Del mismo modo, el número de pasos o etapas en el proceso varía según la percepción del autor, como se muestra en la Tabla 1; donde se puede vislumbrar que, independientemente del número de pasos, el proceso básicamente está orientado a resolver un problema, y no solo a aplicar una técnica o método.

Tabla 1. Cuadro comparativo de pasos en el proceso de toma de decisión

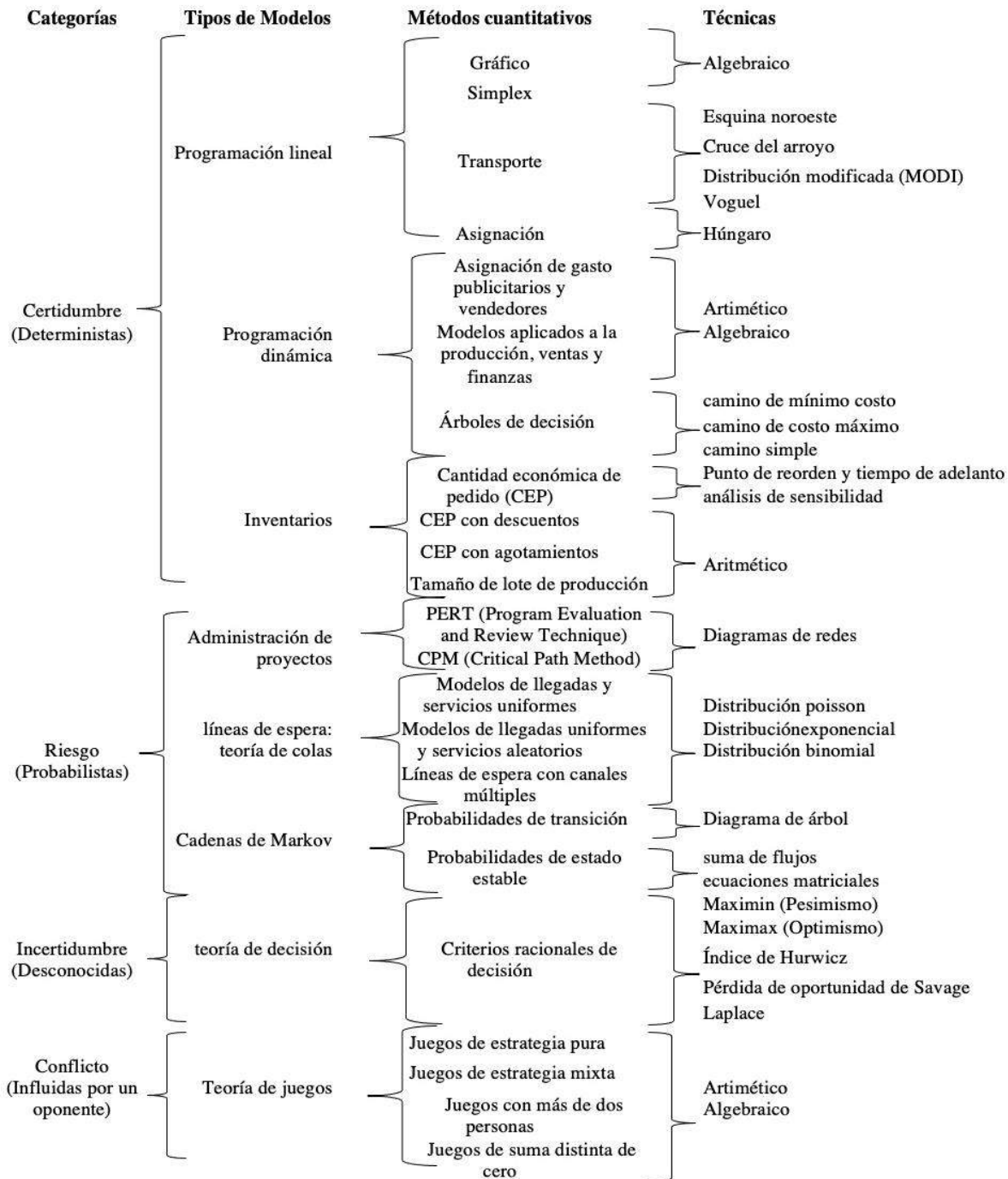
Referencia	Pasos en el proceso de toma de decisión
Herber A. Simón (1957)	Definición del problema. Establecimiento de criterios de solución. Búsqueda de las soluciones. Selección de solución satisfactoria.
Thierauf, R. J., Grosse, R. A., y Nieto, J. M. (1982).	Observación. Definición del verdadero problema. Desarrollo de soluciones alternativas. Selección de la solución óptima mediante la experimentación. Verificación de la solución óptima mediante la implantación. Establecimiento de los controles apropiados.
Duane, David (2001)	Reconocimiento del problema. Búsqueda de la información Análisis del problema. Evaluación del problema. Decisión.
Herrera Moreno, Miguel (2008)	Definición del problema e identificación de los criterios de decisión. Asignación de prioridades a los criterios y desarrollo de alternativas. Evaluación de las opciones para seleccionar la mejor.
Idalberto Chiavenato (2009)	Percepción de la situación. Análisis. Definición del problema y objetivos. Búsqueda de opciones de solución. Evaluación y comparación de opciones. Elección de la alternativa adecuada. Implementación de la alternativa seleccionada.
Franklin Fincowsky, Enrique B. y Krieger, Mario José (2011)	Diagnóstico. Definición de la necesidad, el problema o la oportunidad. Establecimiento de metas. Búsqueda de soluciones. Comparación y evaluación de soluciones. Selección de solución. Seguimiento y control de resultados de la solución seleccionada.

Fuente: Elaboración propia con base en Chiavennato (2009), Duane (2001), Franklin y Krieger (2011), Herrera (2008), Thierauf, Grosse y Nieto (1982).

Dado que el proceso de toma de decisiones es complejo, se han desarrollado varios métodos cuantitativos que tratan de facilitar la toma de decisiones sobre la base de la teoría y la práctica de las matemáticas. Al respecto, se pueden encontrar diversos autores como Taylor (1911), Neumann y Morgenstern (1953), Wagner (1969), Brown (1970), Beneke y Winterboer (1984), Bhushan, Navneet y Rai, K. (2004), entre otros. C

En función de lo que antecede y, en relación a la teoría de decisiones, es posible identificar la existencia de cuatro categorías generales de los métodos cuantitativos: certidumbre, riesgo, incertidumbre y conflicto; las cuales se corresponden con las consecuencias que generan los modelos matemáticos que conforman cada categoría (deterministas, probabilistas, desconocidas e influidas por un oponente respectivamente). Dichas categorías se muestran en la figura 1.

Figura 1. Clasificación de los modelos y métodos cuantitativos para la resolución de problemas en las organizaciones



Fuente: Elaboración propia con base en Gallagher y Watson (1982), Thierauf, Grosse y Nieto (1982), Levin y Kirkpatrick (1983), Roscoe y Mckeown (2001)

Ahora bien, la determinación del modelo que habrá de aplicarse depende no sólo del objetivo que se persigue sino también, de los datos que se tienen para construir el modelo y las características de la situación

a analizar.

Por ejemplo, los modelos de programación lineal se aplican para determinar la asignación óptima

de los recursos, en un determinado momento; de igual forma, los modelos de programación dinámica se usan para establecer combinaciones óptimas de los recursos, pero con la diferencia que, no sólo implican un solo período de tiempo sino múltiples por lo que, a través de la consideración de los efectos de una secuencia de decisiones sobre los períodos futuros, define en una secuencia determinada la mejor combinación de decisiones para lograr el objetivo.

Por otro lado, se tienen los modelos probabilistas o estocásticos los cuales, son de utilidad en situaciones donde se desconoce el comportamiento de alguna de las variables que incurre en el problema de estudio (como el nivel de la demanda por ejemplo), y cuyo control no lo tienen los tomadores de decisiones. Estos métodos permiten la planeación y programación efectiva de actividades, recursos y proyectos; esto quiere decir que, son de aplicación a todas las fases del proceso administrativo (planeación, organización, control y dirección). No obstante, cuando no se tiene conocimiento alguno del comportamiento de las variables ligadas al problema, se recurre a la aplicación de modelos que se ejecutan en función del criterio del tomador de decisiones.

En cuanto a los modelos constituidos a partir de la teoría de juegos, se emplean en situaciones donde cada posible curso de acción se ve influenciado no sólo por el criterio del gerente o tomador de decisiones, sino también por el juicio del oponente; en otras palabras, se usan para seleccionar las mejores acciones posibles en situaciones conflictivas relacionadas con las estrategias competitivas.

Considerando lo antes dicho, y el objetivo del estudio, se puede afirmar que los modelos con base en la teoría de juegos coadyuvan a comprender que factores influyen en la forma en que se desarrollan diversas situaciones en que se ven involucradas las empresas y por tanto, facilitan el diseño de marcos de interacción en los que, las estrategias de las organizaciones lleven a los resultados deseados.

Sobre la base del análisis de, los diversos modelos matemáticos aplicados a solución de problemáticas dentro de las organizaciones y, el proceso de toma de decisiones, es posible afirmar que, la metodología de la teoría de juegos es una herramienta para tomar decisiones estratégicas de forma objetiva, asegurando resultados positivos en la administración; toda vez que, la teoría de juegos analiza las dinámicas competitivas entre los participantes del mercado, con el objetivo de anticipar sus acciones y desarrollar estrategias que atenúen los movimientos de la competencia.

La teoría general de juegos, parte del principio de Ernest Friedrich Ferdinand Zermelo (citado por Minbang, Van Steenkiste y Bernal, 2016): “En todo juego finalizado –cuyo número de partidas sea conocido de antemano- con la información perfecta – cada jugador conoce, además de las suyas todas las estrategias y las funciones de ganancia del resto de los jugadores- existe un equilibrio” (p.10). Lo anterior es conocido como el ideal de suma-cero, en el que la ganancia de un participante es exactamente igual a las pérdidas de los otros participantes.

Sin embargo, de acuerdo a Von Neumann y Morgenstern (1953) la mayoría de los juegos de negocios son de suma no-cero, en el sentido que brindan oportunidades tanto para la cooperación como para la competencia. En este sentido, los juegos de suma no-cero se pueden aplicar desde dos puntos de vista: como juegos donde los participantes interactúan sin restricciones (libres) y, como juegos en los que existen ciertas reglas de participación las cuales guían las interacciones.

De acuerdo con lo anterior, se puede decir que el término “juegos” se refiere a las condiciones de los conflictos de negocios a lo largo del tiempo. Los participantes son competidores -en este caso son las empresas-, que emplean las técnicas matemáticas y el pensamiento lógico a fin de descubrir la mejor estrategia posible para vencer a sus competidores. Todo juego tiene una meta final que las empresas tratan de alcanzar escogiendo cursos de acción -es decir estrategias-, apropiados que le permitan aumentar al máximo sus ganancias o reducir al mínimo sus pérdidas.

A partir de la revisión metodológica de Von Neumann y Morgenstern (1945), Luce y Raiffa (1957), Williams (1966), Owen (1968), Davis (1970), Levin y Desjardins (1970), McDonald (1975) y Shubik (1975); el desarrollo de este método se lleva a cabo en seis fases:

1. Definición del problema. Presentación de la situación sobre la cual se debe tomar una decisión.
2. Identificación de estrategias y eventos futuros. Enlistar todas las alternativas viables que se deben contemplar en la decisión así como, los eventos futuros que pueden ocurrir en razón de estos, para otorgarle su correspondiente valor cuantitativo. Es decir, se definen las alternativas de decisión y en razón del estado de la naturaleza de éstas, se establecen el tipo de valores

- cuantitativos a considerar para su medición, los cuales pueden ser: el tamaño de mercado, utilidad, ventas, entre otros.
3. Construcción de matriz de beneficios. El tomador de decisiones construye una matriz de beneficios expresado en utilidades o cualquier otra medida que sea apropiada a la situación, que resultaría de cada posible combinación de alternativa de decisión y estado de la naturaleza.
 4. Se realiza la prueba de silla de montar. Consiste en encerrar en un círculo el valor más bajo de su renglón y poner un cuadro alrededor del valor más alto de su columna. Cuando un valor tiene a su vez un círculo y un cuadro, habrá un punto de silla de montar, lo cual indica que hay "estrategia pura", porque la emplea la empresa y el estado de la naturaleza tiende siempre hacia ese resultado; por lo tanto, donde está el punto de silla de montar es la selección de la estrategia. Si no se tiene silla de montar se pasa al siguiente paso.
 5. Buscar si hay algún dominio. Al no haber silla de montar, el paso siguiente consiste en la eliminación de ciertas estrategias (columnas o renglones) por dominio, siguiendo las siguientes reglas:
 - a. Cada valor del renglón dominador debe ser mayor que, o igual al valor correspondiente del renglón dominado; y se elimina el renglón dominado.
 - b. Todos los valores de la columna dominadora deben ser menores que, o iguales al valor correspondiente de la columna dominada; y se elimina la columna dominada.
 6. Estrategias mixtas. Cuando se emplea el dominio para reducir el juego a una matriz más pequeña, dependiendo el tamaño de la matriz será el método de solución para encontrar las estrategias óptimas. Ya sea por el método algebraico o simplex.

1.1 Aplicación del método algebraico en la teoría de juegos

Con base en Gallagher y Watson (1982) y Thierauf, Grosse y Nieto (1982), para una matriz de 2x2 como el ejemplo de la tabla 2 se aplica el método algebraico, el cual consiste en dejar que Q sea igual al tiempo (menor de 1), que la empresa emplea la estrategia del primer renglón y (1-Q) el tiempo que emplea la empresa el segundo renglón; y se emplea el mismo concepto a los estados de la naturaleza, empleando P.

Tabla 2. Ejemplo de aplicación de método algebraico

		Competencia	
		B	C
Empresa	A	Valor 1	Valor 2
	B	Valor 3	Valor 4

Fuente: Elaboración propia con base en Gallagher y Watson (1982), Thierauf, Grosse y Nieto (1982).

A fin de llegar a las estrategias correctas de la empresa, es necesario igualar las ganancias esperadas cuando se dan los estados de la naturaleza en la columna 1 y en la columna 2. Resolviendo la ecuación 1 para obtener los valores de Q.

$$(1) \text{ Valor } 1Q + \text{ Valor } 3(1 - Q) = \text{ Valor } 2Q + \text{ Valor } 4(1 - Q)$$

El mismo enfoque, se aplica para la competencia (2)

$$(2) \text{ Valor } 1P + \text{ Valor } 2(1 - P) = \text{ Valor } 3P + \text{ Valor } 4(1 - P)$$

Una vez determinado los valores de Q y P, se sabrá cuando tiempo se debe jugar cada estrategia y el total de ganancia que otorga a la empresa.

1.2 Aplicación del método simplex en la teoría de juegos

De acuerdo con Gallagher y Watson (1982) y Thierauf, Grosse y Nieto (1982), para una matriz de 3x3 como la tabla 3 o mayores se aplica el método simplex, el cual consiste en expresar en desigualdades cada renglón de la matriz, agregando una variable de holgura (3, 4, 5), misma que se despeja para realizar una matriz como la de la tabla 4.

Tabla 3. Ejemplo de matriz 3x3

		Competencia		
		B	C	E
Empresa	Estrategias			
	A	Valor 1	Valor 2	Valor 3
	B	Valor 4	Valor 5	Valor 6
D	Valor 7	Valor 8	Valor 9	

Fuente: Elaboración propia con base en Gallagher y Watson (1982), Thierauf, Grosse y Nieto (1982).

$$(3) \text{ Valor } 1X_1 + \text{Valor } 2X_2 + \text{Valor } 3X_3 + Y_1 \leq 1$$

$$(4) \text{ Valor } 4X_1 + \text{Valor } 5X_2 + \text{Valor } 6X_3 + Y_2 \leq 1$$

$$(5) \text{ Valor } 7X_1 + \text{Valor } 8X_2 + \text{Valor } 9X_3 + Y_3 \leq 1$$

Tabla 4. Ejemplo de matriz para desarrollo de método simplex

		X1	X2	X3
B	0	1	1	1
Y1	1	- Valor 1	- Valor 2	- Valor 3
Y2	1	- Valor 4	- Valor 5	- Valor 6
Y3	1	- Valor 7	- Valor 8	- Valor 9

Fuente: Elaboración propia con base en Gallagher y Watson (1982), Thierauf, Grosse y Nieto (1982).

Una vez establecida la matriz, se prosigue a la resolución de la misma, determinando la columna pivote (CP) con base en la cantidad más alta ubicada en el renglón de B y se determina el renglón pivote (RP) con base en el menor valor absoluto que resulte de, dividir el valor en la columna B entre el valor negativo de la columna pivote. Posteriormente se identifica el valor pivote (VP) el cual corresponde al valor que se encuentra en la casilla de intersección entre CP y RP; y se genera otra matriz donde se vaciaran los resultados que posiblemente nos den la solución.

La nueva matriz tendrá el mismo número de columnas y renglones que la primera y, todas las variables se pasan de igual forma, con excepción de la variable de holgura del RP y la variable de la CP, estas se intercambian. Para establecer los nuevos valores se deben seguir los pasos siguientes:

- Se establece el valor de la casilla pivote, dividiendo entre 1 es decir: $1/VP$
- Se establecen los valores de CP, dividiendo los valores de la columna entre el valor pivote: CP/VP

- Se establecen los valores del RP, dividiendo los valores del renglón entre el valor pivote con valor positivo: $RP/+VP$
- Se establecen los valores de las demás casillas usando la siguiente formula:

$$(6) \text{ Valor de de Casilla} + \left[\frac{(\text{Valor RP} \times \text{Valor CP})}{VP} \right]$$

En la formula (6) Los valores de RP y CP corresponden a los valores de las casillas que coinciden con el valor de la casilla que se busca el valor. Una vez llenada toda la matriz, si los valores en el renglón de la función objetivo son negativos, excepto en valor en la casilla B, se tiene la respuesta; si no se deben repetir los pasos; hasta que todos los valores sean negativos excepto en B.

Los valores indicados en la columna B son las cantidades a invertir y la estrategia será la que se indique en la columna.

II MATERIAL Y MÉTODO

Esta investigación se centra en el uso de la teoría de juegos, debido a que es la más utilizada para tomar decisiones sobre variables de marketing, expansión, reducción de capacidad, entrada o impedimentos a la entrada, adquisiciones, licitaciones y negociación.

Con la finalidad de ejemplificar la aplicación del modelo propuesto, se plantea y desarrolla el método, a partir de los resultados presentados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) acerca de la encuesta sobre el Impacto Generado por COVID-19 en las Empresas (ECOVID-IE segunda edición) 2020 y del Estudio sobre Demografía de los Negocios (EDN) 2020; cuyo objetivo de estos estudios es: conocer la situación de las empresas, las afectaciones que presentaron derivado de la contingencia originada por COVID-19 y las posibles estrategias a seguir para afrontar las problemáticas presentadas.

El levantamiento de la información del estudio ECOVID-IE, se realizó con una muestra de

5 671 empresas grandes y MIPYMES del país con instalaciones fijas que realizan actividades económicas correspondientes al sector industria (minería, electricidad, suministro de agua y gas, construcción y manufacturas), comercio y servicios (incluye transportes). Se excluyen las actividades relacionadas con

agricultura, cría y explotación de animales, pesca, acuicultura y gobierno (INEGI, 2020, p.1).

Y en la información que presenta, referente al impacto generado por COVID-19 en las empresas, es posible identificar tres problemáticas: disminución de los ingresos, baja de demanda y escasez de insumos y/o productos; siendo de mayor impacto en las MIPYMES los dos primeros (INEGI 2020).

De forma similar, en el estudio EDN del 2020 es posible observar que, de manera general la mayoría de las MIPYMES enfrentan problemas relacionados con la falta de crédito, altos impuestos y falta de acceso a tecnologías; no obstante, son cinco las principales problemáticas que enfrentan para llevar a cabo su actividad: la inseguridad pública, la baja demanda de sus bienes o servicios, los altos gastos en pago de servicios, los altos costos de materias primas, insumos o mercancías comercializadas, y la competencia desleal (INEGI 2021).

Como parte de hacer frente a las problemáticas generadas por el entorno externo en el 2020 y, principalmente las ocasionadas por el COVID-19, de acuerdo a los estudios de INEGI ECOVID-IE (2020) y EDN (2021), las principales medidas operativas que las organizaciones, planearon adoptar fueron:

- a. Ventas por internet (49% de las microempresas y el 46% de las pequeñas y medianas empresas, 37% las empresas grandes).
- b. Oferta de nuevos bienes o servicios (33% de las microempresas y el 25% de las pequeñas y medianas empresas, 16% las empresas grandes).
- c. Trabajo en casa (11% de las microempresas y el 19% de las pequeñas y medianas empresas, 24% las empresas grandes).
- d. Diversificación de las cadenas de suministros (7% de las microempresas y el 10% de las pequeñas y medianas empresas, 23% las empresas grandes).

Con base en lo anterior, se puede afirmar que son cuatro estrategias las que siguen las organizaciones en el mercado:

- Estrategia A, la cual consiste en realizar ventas por internet, cerrando operaciones en espacios físicos.
- Estrategia B, que implica la generación de nuevos bienes o servicios, a fin de

incrementar la oferta y tener mayores ganancias.

- Estrategia C, la cual abarca realizar las operaciones desde la casa, a fin de reducir los espacios físicos de la organización.
- Estrategia D, la cual contempla expandir a cadena de suministros, para disminuir costos y generar mayores puntos de venta.

Asimismo, su aplicación varía de acuerdo a cada tipo de empresa, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Porcentaje de Empresas aplican cada Estrategia

Estrategia	Tamaño de la Empresa		
	Microempresas	Pequeñas y Medianas empresas	Empresas Grandes
A	49%	46%	37%
B	33%	25%	16%
C	11%	19%	24%
D	7%	10%	23%

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2020); INEGI (2021).

Como se mencionó anteriormente, una vez identificadas las estrategias y establecido el valor cuantitativo a considerar para su medición, que en este caso es el porcentaje de aplicación; se procede a construir el modelo matemático con base en la teoría de juegos.

III APLICACIÓN DEL MODELO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con base en las alternativas y los porcentajes anteriormente presentados, se realizaron dos matrices de beneficios, las cual resultaron de cada posible combinación de alternativa de decisión de los negocios y estado de la naturaleza. Para ello, por renglón se determinó la ganancia o pérdida del mercado que tendrían las organizaciones de acuerdo a la estrategia que éstas apliquen contra la estrategia que apliquen los demás negocios.

A continuación, se presenta el desarrollo del método matemático considerando la comparación, primeramente entre MIPYMES y, posteriormente, entre

MIPYMES y grandes empresas.

III.1 Juego entre MIPYMES

Para la formulación de la matriz de beneficios de las microempresas, que se presenta en la tabla 6, por renglón se restó el porcentaje de aplicación de la estrategia de las microempresas al valor del porcentaje de aplicación de las estrategias de las pequeñas y medianas empresas, de forma que, para el primer renglón se restó el valor de aplicación de la estrategia A de las microempresas (49%) a cada valor de aplicación de las estrategias de las pequeñas y medianas empresas (46% de la estrategia A, 25% de la estrategia B, 29% de la estrategia C y 10% de la estrategia D), para el segundo renglón se restó el valor de la estrategia B de las microempresas a cada valor de aplicación de las estrategias de las pequeñas y medianas empresas; y así sucesivamente. De forma que, fuera posible determinar la ganancia o pérdida del mercado que tendrán las microempresas de acuerdo a la estrategia que éstas apliquen contra la estrategia que apliquen las pequeñas y medianas empresas.

Tabla 6. Matriz de beneficios microempresas vs pequeñas y medianas empresas

		Estrategias pequeñas y medianas empresas			
		A	B	C	D
Estrategias de las microempresas	A	0.03	0.24	0.3	0.39
	B	-0.13	0.08	0.14	0.23
	C	-0.35	-0.14	-0.08	0.01
	D	-0.39	-0.18	-0.12	-0.03

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la tabla 5

La tabla se puede interpretar de la siguiente manera: si las microempresas adoptan la estrategia de ventas por internet (A) y las pequeñas y medianas empresas la estrategia de trabajo en casa (C), las microempresas tendrán una ganancia del mercado del 30%; por el contrario, si las microempresas adoptan la estrategia de diversificación de las cadenas de suministros (D) y, las pequeñas y medianas empresas la estrategia de oferta de nuevos bienes y servicios (B), las microempresas tendrán una pérdida del mercado del 18%.

Una vez realizada la matriz de beneficios, se realiza la prueba de silla de montar, a fin de identificar aquella estrategia que le permite maximizar sus ganancias a las microempresas sobre las estrategias de las pequeñas y medianas empresas; y al mismo

tiempo, minimizar las pérdidas, en el supuesto que las pequeñas y medianas empresas jueguen de la mejor manera, es decir, seleccionen las mejores estrategias.

Para ello, como se muestra en la tabla 7, se selecciona el valor más bajo por renglón y se encierra en un círculo, y se selecciona el valor más alto por columna y se encierra en un recuadro.

Tabla 7. Prueba silla de montar

		Estrategias pequeñas y medianas empresas			
		A	B	C	D
Estrategias de las microempresas	A	0.03	0.24	0.3	0.39
	B	-0.13	0.08	0.14	0.23
	C	-0.35	-0.14	-0.08	0.01
	D	-0.39	-0.18	-0.12	-0.03

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la tabla 6

Al quedar la misma cantidad encerrada en círculo y recuadro (como sucede en la tabla 7), se dice que el juego tiene silla de montar, es decir, que existe un equilibrio entre las estrategias de cada jugador.

En este caso, se demuestra que hay una estrategia óptima tanto para las microempresas como para las pequeñas y medianas empresas: la estrategia A, la cual corresponde a ventas por internet. Y por tanto, el valor del juego de 0.03 representa el pago que se obtiene al tomar simultáneamente la estrategia mínima y máxima entre los dos tipos de empresas.

Es importante resaltar que, si alguna de las empresas decide jugar otra estrategia, la otra puede tomar ventaja de ello y mejorar su ganancia. Es decir, si por el contrario a la selección propuesta, las microempresas deciden diversificar su cadena de suministros (estrategia D), pensando en que una disminución de sus costos le ayudarán a disminuir sus pérdidas y mantenerse en el mercado, y las pequeñas y medianas empresas optan por la venta en internet (Estrategia A); las microempresas tendrían una pérdida de 39% y las pequeñas y medianas empresas obtendrían una ventaja sobre el mercado.

III.2 Juego entre MIPYMES y grandes empresas

Con el objetivo de poder determinar qué estrategia deberán seguir las MIPYMES a fin de poder competir con las empresas grandes, se elaboraron dos matrices de beneficios: una, para determinar la ganancia o pérdida del mercado que tendrán las microempresas contra las estrategias de las grandes empresas (tabla

8), y otra, para identificar la ganancia o pérdida del mercado que tendrán las pequeñas y medianas empresas contra las estrategias de las grandes empresas (tabla 9).

Tabla 8. Matriz de beneficios microempresas vs grandes empresas

	Estrategias de las grandes empresas			
	A	B	C	D
Estrategias de las microempresas	A 0.12	0.33	0.25	0.26
	B -0.04	0.17	0.09	0.1
	C -0.26	-0.05	-0.13	-0.12
	D -0.3	-0.09	-0.17	-0.16

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la tabla 5

Tabla 9. Matriz de beneficios pequeñas y medianas empresas vs grandes empresas

	Estrategias de las grandes empresas			
	A	B	C	D
Estrategias de las pequeñas y medianas empresas	A 0.09	0.3	0.22	0.23
	B -0.12	0.09	0.01	0.02
	C -0.18	0.03	-0.05	-0.04
	D -0.27	-0.06	-0.14	-0.13

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la tabla 5

De acuerdo a los datos presentados en la tabla 8 y 9, en ambos casos también existe un valor de juego óptimo, es decir que hay una estrategia pura donde las MIPYMES y las grandes empresas obtienen la misma ganancia; la cual corresponde a ventas por internet, misma estrategia que el comparativo entre MIPYMES.

Se puede concluir que, en este caso existe una estrategia única que debe ser considerada por todas las organizaciones micro, pequeñas, medianas y grandes, en el sentido que la intercepción que se presenta en ambos casos analizados, representa una decisión donde ninguno de los jugadores puede mejorar partiendo unilateralmente de ese punto, es decir, que ninguna empresa puede aprovechar la estrategia de su oponente para mejorar su propia posición, ya que de cambiar de ese punto, corren el riesgo de aumentar sus pérdidas.

No obstante, no hay que olvidar que, los

participantes del mercado tienen la posibilidad de seleccionar la estrategia que ellos prefieran, alejado de las reacciones de sus rivales, como ya se mencionó en el juego entre MIPYMES.

IV CONCLUSIONES

La toma de decisiones es un proceso que se ve influido por una serie de factores internos y externos y según estos factores sean analizados dependerá la calidad de los resultados. Se puede observar que en este punto, los métodos cuantitativos ayudan a analizar racionalmente los factores que influyen en una organización de modo que, además de que ayuda al análisis de problemas complejos también ayuda a identificar diversas alternativas de solución y seleccionar aquella de que los resultados más óptimos.

Se considera que mezclar el método cualitativo conformado por la experiencia, conocimiento e intuición del tomador de decisión; con el método cuantitativo de la teoría de juegos; contribuiría a tomar decisiones más oportunas, efectivas y con mayor validez.

La teoría de juegos es una metodología que permite tomar decisiones en situaciones de conflicto, donde los factores que pueden influir en el resultado no son de control completo de la organización, por el contrario, se ve afectada por las actuaciones de las demás organizaciones involucradas en el mercado. A través de un análisis de los comportamientos estratégicos de los individuos y organizaciones, se busca tomar una decisión racional. En este sentido, obliga a los tomadores de decisiones a analizar su entorno y no sólo, observar desde la perspectiva de su propia empresa.

En este sentido, la teoría de juegos permite a las MIPYMES tener una visión más amplia al considerar ganancias, pérdida y los riesgos a los que se expone al tomar una decisión, ya que cualquier ganancia para un organización (denominada jugador I), siempre se equilibrará exactamente por una pérdida correspondiente para la otra organización (jugador II).

La aplicación del modelo, permite validar la teoría de juegos como un apoyo en el proceso de decisión, al llevar a los tomadores de decisiones no sólo a pensar los probables movimientos de sus competidores, sino también, a generar ideas valiosas sobre la idea de adaptarse a estos movimientos. En otras palabras, facilita el análisis de alternativas y evaluación del riesgo que conlleva implementar estrategias en el mercado.

Con respecto a las limitantes de este modelo se pueden resaltar tres puntos. El primero, es en

relación al número de empresas (participantes) a utilizar en su aplicación, es más útil cuando hay sólo unos cuantos participantes cuyas acciones o reacciones son realmente importantes para un problema en particular. En el caso de este estudio, en el problema ejemplificado, el número de participantes es reducido debido a que se combinan participantes con economías y objetivos similares, de manera que se evalúan por grupos de micro, pequeñas y medianas, y grandes empresas. En este sentido, se recomienda que, cuando se aplique el método los participantes a usar en el análisis sean aquellos que tengan un impacto considerable en los resultados del mercado.

La segunda limitante que se observa, es respecto a la obtención de información referente a los patrones de comportamiento de la competencia dado que, de la exactitud de esta dependerá la gama de

opciones a considerar en el análisis. En el caso del modelo aplicado se facilitó la recolección de información, puesto que se hizo con base en un estudio previo de una Institución dedicada a la recolección y análisis de datos. Por lo que, se propone fijar valores de parámetros particulares a fin de simplificar sus efectos, suprimir incertidumbres y resumir la estructura de programación de la situación del juego, en una o dos etapas, a fin de favorecer la búsqueda de soluciones sólidas, más que exactas.

La tercera limitante, parte de la posibilidad de que algún participante cambie de último minuto de decisión. Es por ello que, se sugiere complementar el análisis de la teoría de juegos con otras técnicas tales como, el análisis financiero el cual lejos de ser un sustituto, es un apoyo para mejorar los resultados económicos.

REFERENCIAS

- Acuña, C., Ortiz, J., Abad, M., y Naranjo, E. (2019). Toma de decisiones en las PyMEs ecuatorianas-industrias de Pichincha y Azuay. *Revista ESPACIOS*, 40 (40), 18 -36.
<http://www.revistaespacios.com/a19v40n40/a19v40n40p18.pdf>
- Baltar, F., & Gentile, N. (2012). Métodos mixtos para el estudio de las decisiones estratégicas en las pymes. In *Global Conference on Business and Finance*. 1060-1071.
- Beneke, R. y R. Winterboer. (1984). *Programación lineal aplicación a la agricultura*. Editorial AEDOS.
- Bhushan, Navneet y Rai, K. (2004). *Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process*. Springer-Verlag London Limited.
- Brown, Rex B. (1970). Do Managers Find Decision Theory Useful?. *Harvard Business Review*. p. 78-89
- Chiavenato, I. (2009). *Comportamiento Organizacional. La dinámica del éxito de las organizaciones*. Mc Graw Hill.
- Duane, David (2001). *Investigación en Administración para la Toma de Decisiones*. Thompson Editores.
- Franklin, E. y Krieger, M. (2011). *Comportamiento Organizacional. Enfoque para América Latina*. Editorial Pearson. Prentice Hall.
- Gallagher, C., y Watson, H. (1982). *Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración*. McGraw-Hill Interamericana.
- González, P. and Bermúdez, T. (2008). Una aproximación al modelo de toma de decisiones usado por los gerentes de las micro, pequeñas y medianas empresas ubicadas en Cali, Colombia desde un enfoque de modelos de decisión e indicadores financieros y no financieros. *Contaduría Universidad De Antioquia*, (52), 131-154.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/cont/article/view/2167>
- Guerra, Y. P. (2016). Fortalecimiento de la gestión empresarial en las pequeñas y medianas empresas en Ecuador, a partir del uso de herramientas cualitativas y cuantitativas. *INNOVA Research Journal*, 1(10), 49-66. DOI:
<https://doi.org/10.33890/innova.v1.10.2016.63>
- Herber, A.S. (1957). *Administrative Behavior*. Edición Mcmillan.
- Herrera, M. (2008). *Toma de decisiones en ambientes turbulentos. Modelos y herramientas para las ciencias de la complejidad*. Universidad Autónoma de Baja California
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021). *Censos Económicos 2019 : características y manejo del negocio*.
https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estru

<c/889463900078.pdf>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). *Comunicado de prensa: resultados de la segunda edición del ECOVID-IE y del estudio sobre la demografía de los negocios 2020*.
https://inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2020/OtrTemEcon/ECOVID-IE_DEMOGNEG.pdf
- Kielstra, P. and McCauley, D. (2007). In search of clarity- unravelling the complexities of executive decision-making. *Economist intelligence unit*. 9-14.
- Levin, R. I., y Kirkpatrick, C. A. (1983). *Enfoques cuantitativos a la administración*. CECSA.
- López, D. A., Guamán, M. D., & Castro, J. C. (2020). La toma de decisiones y la eficacia organizativa en las PyMEs comerciales de la ciudad de Ambato (Ecuador). *Revista ESPACIOS*. 41(22), 396- 409.
- Martínez, A. G. C. (2016). Acercamiento al proceso de toma de decisiones en las PYMES del sector industrial de la ciudad de Duitama, Boyacá, Colombia. *FACE: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 16(1), 48-60.
- Minbang, J, Van Steenkiste, I. y Bernal, L. (2016). La teoría de juegos: el arte del pensamiento estratégico. *50Minutos.es*. 6-8
- Morgenstern, O., & Von Neumann, J. (1953). *Theory of games and economic behavior*. Princeton university press.
- Requejo Paiva, A. M., y Sanchez Pisfil, O. S. (2019). *Sistema de toma de decisiones en las pymes caso: empresa La Casa del Tornillo de la ciudad de Chiclayo*.
https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1780/1/TL_RequejoPaivaAnnie_SanchezPisfilOmar.pdf
- Rheault, J. (1973). *Introducción a la Teoría de las Decisiones con Aplicación a la Administración*. Limusa.
- Roscoe, D., y Mckeown, P. (2001). *Modelos cuantitativos para la administración*. Grupo Editora Iberoamericano.
- Stoner, J. A. F., Freeman, R. E. and Gilbert, D. R. (1996). *Administración*. Pearson.
- Taylor, F. W. (1911). *Principles of Scientific Management*. Harper.
- Thierauf, R. J., Grosse, R. A., & Nieto, J. M. (1982). *Toma de decisiones por medio de investigación de operaciones*. Limusa.
- Von Neumann, John y Morgenstern, O. (1953). *The Theory of Games and Economic Behavior* (Tercera Ed). Princeton University Press. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177730216>
- Wagner, H. M. (1969). *Principles of Operations Research with Applications to Managerial Decisions*. Prentice-Hall.
- Davis, M. D.: *Game Theory: A Nontechnical Introduction* (New York: Basic Books, 1970). Levin, R. L. y R. B. Desjardins: *Theory of Games and Strategies*