



INCERTIDUMBRE, COVID-19 Y TEORÍA DE JUEGOS

Perez, Santiago Agustín

Licenciado en Administración de Negocios Agropecuarios. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, Argentina.

Becario Doctoral CONICET. Correo electrónico: s.perez@conicet.gov.ar

RESUMEN

El presente trabajo trata de presentar las claves fundamentales de la utilidad de la teoría de juegos en la gestión de la incertidumbre aplicado a la situación actual que vive el mundo. Para la toma de decisiones es necesario entender la articulación con su contexto, donde la incertidumbre juega un papel preponderante al momento de decidir. Para gestionar la incertidumbre sobre el comportamiento contextual se debe obtener un diagnóstico preciso y situado sobre el mismo. La teoría de juegos permite establecer criterios de asignación óptima y decisión en un marco de incertidumbre, modelando posibles resultados en base a comportamientos de actores sociales del entorno y las decisiones internas.

Palabras clave: Pandemia, incertidumbre, decisión, teoría de juegos.

INTRODUCCIÓN

El actual ambiente de continuos cambios e imprecisiones al que se enfrentan las organizaciones las ha convertido en entes flexibles, con capacidad para adaptarse rápidamente a las condiciones del mismo. En sintonía con lo propuesto, analizar la incidencia de la interacción estratégica entre los agentes, en un marco de incertidumbre del contexto global por el covid-19, es un aspecto esencial para su desempeño futuro.

El trabajo presente se fundamentará en analizar teóricamente las contribuciones de la teoría de juegos como base analítica para el comportamiento estratégico en un contexto incierto como lo es una pandemia mundial. La teoría de juegos ha alcanzado un alto grado de sofisticación matemática y ha mostrado una gran versatilidad en la resolución de problemas actuales. Así analizar esta herramienta para el análisis estratégico externo, permite un marco analítico para las decisiones organizacionales que no solamente dependa de sus propias estrategias internas, sino también de las estrategias de los demás jugadores. Por jugadores se entiende a los actores sociales que intervienen en una situación determinada.

La teoría de juegos partió de la teoría económica y de la matemática, con el fin de estudiar la interacción entre los agentes económicos y analizar el resultado que tendrían sobre los participantes. Ayuda a modelar las interacciones entre grupos que participan en la toma de decisiones, donde las acciones individuales determinan un resultado en conjunto; estudiando como los agentes toman decisiones cuando estas decisiones afectan a los demás y no solo a ellos. Ahora bien, lo que debemos preguntarnos, es si estamos en condiciones de afirmar que la teoría de juegos brinda un marco metodológico que permita gestionar la incertidumbre organizacional en medio de un colapso inédito como es la pandemia del coronavirus SARS-cov-2.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Teoría de juegos

La toma de decisiones en las organizaciones están influenciadas por la presencia de un componente fundamental: incertidumbre sobre las acciones futuras de los actores sociales que forman parte de su entorno próximo. La teoría de juegos va más allá del simple análisis matemático de la negociación, donde según Tapia León (2012) esta teoría permite aplicarse a cualquier situación en la que el resultado de una de las partes dependa de las acciones o decisiones de la otra parte. La teoría ha experimentado una expansión en su investigación,

donde se emplea no solamente en economía y administración sino también en diversas áreas de estudios. Se ha desempeñado y desempeña un destacado papel en el reciente desarrollo de disciplinas como la sociología y la ciencia política. Conceptos sociológicos 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 (Morrow, 1994).

Se puede decir que el surgimiento de la teoría de juegos fue diseñado y elaborado por el matemático John Von Neumann y el economista Oskar Morgenstern, con el fin de realizar un análisis de ciertos procesos de negociación. Introdujeron conceptos para el análisis como el de estrategia, cuya ambición es modelar las interacciones entre las elecciones de los individuos, que eran conscientes de tales interacciones. Concluyeron en la importancia de la teoría en el estudio de problemas empresariales. Es importante destacar que economistas, como Cournot, desarrollaron aportes inicialmente para la teoría (Parra Moreno, 2017). Von Neumann y Morgenstern (1944) plantean para la teoría de juegos dos grandes ramas: la teoría de juegos cooperativos y los no-cooperativos. La primera hace referencia a los juegos en donde los jugadores pueden elegir e implementar acciones y estrategias en conjunto; mientras que los juegos no- se refieren a qué tan inteligentemente un individuo interactúa con otros para lograr sus propósitos, donde no es posible negociar e imponer un contrato vinculante.

A.W. Tucker (1950) fue el creador y diseñador del famoso e importante problema del “Dilema del Prisionero”, que implementa la teoría de juegos para su resolución. El matemático John Forbes Nash (Premio Nobel de Economía en 1994) creó la noción de "Equilibrio Nash" (1951), que corresponde a una situación en la que dos rivales, individuos o jugadores, están de acuerdo y satisfechos con una determinada situación del juego (el equilibrio ocurre cuando el jugador A elige la mejor acción posible, dada la acción de B y el jugador B elige la mejor acción posible, dada la acción del jugador A, llegando a un equilibrio), diferente al concepto de estrategia dominante (Estrategia óptima independientemente de cómo se comporte el adversario). Esto nos permite una representación de la incertidumbre de un jugador respecto de la decisión del otro jugador sobre la estrategia a seguir, donde estas son estables en el tiempo (ningún jugador tiene incentivos para alejarse de su estrategia de Nash) (Vitoriano, 2017).

Otros importantes representantes de la teoría de juegos fueron John Harsanyi y Reinhard Selten. El primero sentó las bases analíticas para tratar distintos problemas vinculados con la economía de la información. Estos problemas abarcan desde los contratos con los accionistas a la administración de las empresas en países en desarrollo. Selten desarrollo un programa de investigación que excluyó a los equilibrios improbables o irrazonables (García, 2017).

El análisis del comportamiento estratégico es un problema difícil de abordar. A través de la teoría de juegos se trata de explicar el comportamiento económico, mediante análisis de las estrategias que los jugadores en el mercado usan para maximizar sus utilidades, donde termina siendo una mezcla entre matemática y psicología (Smit y Trigeorgis, 2004; Paenza, 2016). Establece métodos analíticos que concilian los intereses de los actores sociales interconectados, examinando las decisiones entre dos o más agentes que compiten y cuyas decisiones los afectan a todos. Para Young (1991) la principal herramienta teórica para el estudio de las negociaciones es la teoría de juegos, ya que permite modelizar los aspectos más relevantes de las negociaciones y simplificar la realidad de esa manera, para así poder sacar conclusiones generales que se intentarán inferir al comportamiento general de los agentes en la vida real (Tapia León, 2012).

En base a los distintos antecedentes, a la teoría de juegos se la puede definir como la rama del razonamiento estratégico, que estudia el comportamiento de jugadores racionales que intentan maximizar su utilidad, en la interacción con otros jugadores, y por lo tanto en un contexto de interdependencia (Polinomics, 2017). La interdependencia estratégica entre los agentes puede darse en forma simultánea o secuencial, existiendo situaciones en las que pueden presentarse ambos tipos. La interacción es simultánea cuando las empresas deben tomar sus decisiones al mismo tiempo y secuencial cuando una la toma antes que la otra. En situaciones reales, los competidores toman decisiones secuenciales y simultáneas (Tarjizán y Paredes, 2006). Según Herrero

Martín y Pinedo (2005), “El objetivo inicial de la teoría de juegos es tratar de simplificar los problemas, resaltar sus componentes esenciales, permitir generalizaciones, desarrollar y producir criterios que permitan tomar decisiones, y actuar de manera inteligente, esto es, de manera eficaz, eficiente y duradera” esto nos indica la importancia de la teoría en las organizaciones actualmente.

Se considera un juego, a una representación sistemática y estratégica en el que dos o más individuos toman decisiones y acciones interdependientes, sometidos a unas reglas preestablecidas, y buscando maximizar su utilidad al tomar decisiones (Parra Moreno, 2017). Todos los juegos son modelos de situaciones conflictivas y/o cooperativas en las que podemos reconocer situaciones y pautas que se repiten con frecuencia en el mundo real.

Gestión de incertidumbre

La toma de decisiones es el acto de elegir entre alternativas posibles, sobre las cuales se existe un grado de incertidumbre (Aguilar, 2004; Vitoriano, 2017). La incertidumbre forma parte de la vida, ya que se trata del grado en el cual los estados futuros del universo no pueden ser anticipados y predichos con exactitud (Pfeffer y Salancik, 1978 en Grote, 2009). Es un estado de conocimiento limitado en el cual es imposible describir en forma exacta un estado existente o un resultado futuro, con más de un resultado posible (Knight, 1921). Aunque es importante que la definición de la incertidumbre sea a partir de la naturaleza de la organización (Grote, 2009).

A través de la teoría de juegos, le permite a una organización indagar y anticipar las acciones de los competidores con los que interactúa y el efecto que podría obtener sobre la misma. Según García (2017) la teoría de juegos “se aplica para resolver situaciones de conflicto o incertidumbre, en donde dos personas compiten inteligentemente por un mismo objetivo”. Nos ayuda a determinar conveniencia de cooperar o competir y establecer qué estrategias tienen o tendrían mayor éxito, en la búsqueda de maximizar sus utilidades. Las utilidades de la teoría para Parra Moreno (2017) es la de predicción, evaluación de desenlaces posibles e intervención.

Una de la forma de cuantificar la incertidumbre es sobre la base de la teoría de los conjuntos borrosos o fuzzy (Manzanal, 2017). De esta forma, la teoría de la posibilidad propuesta por Lotfi Zadeh se desarrolla con el objetivo de manipular formalmente la imprecisión y la vaguedad del razonamiento humano, expresado en un lenguaje natural (Zadeh, 1978). El enfoque de la teoría de juegos no se basa en estudiar la probabilidad de un juego ni estudiar los datos obtenidos de él, sino que su objetivo principal, es estudiar el comportamiento estratégico entre los jugadores dentro de un mismo juego y que permite analizar y predecir estratégicamente situaciones buscando reducir incertidumbre (Herrero Martín y Pinedo, 2005; García, 2017).

A partir de Cremades Guisado (2016), conocer el comportamiento del adversario y anticiparse a sus elecciones antes de que estas sean tomadas se presenta como una idea fuertemente atractiva para la función de la dirección estratégica, especialmente cuando nos referimos a escenarios en los que interactúan varios actores con intereses propios, y más aún cuando estos no resultan coincidentes entre sí. Pensar en un modelo de gestión estratégica implica pensar en un modelo que gestione la incertidumbre, para generar organizaciones flexibles y competentes. Siguiendo este razonamiento, gestionar la incertidumbre se convierte en una cuestión clave para el destino de la organización (González et al., 2017). La teoría de juegos puede ayudar a estructurar situaciones competitivas complejas y formalizar diversos tipos de comportamiento empresarial competitivo, y en este marco gestionar la incertidumbre.

Para Tarjizán y Paredes (2006) la teoría de juegos se puede asociar entre estrategia e incertidumbre, ya que se busca determinar y evaluar cuáles son las acciones de jugadores seguirían y como la empresa que tales respuestas afecten los resultados; para así buscar el mejor camino posible que conduzca a cumplir los objetivos predeterminados. La estrategia del juego es “una especificación completa de las acciones que ejecutará un jugador en cualquier contingencia que pueda presentarse en el desarrollo del juego”; aunque esto es difícil que se de en la vida real (Restrepo Carvajal, 2009).

La teoría de juegos también desarrolla modelos según la información que tengan los jugadores. Pese al tiempo transcurrido, Rasmusen (1989) sigue siendo un trabajo de referencia sobre juegos e información. Se

trata 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. A partir de Dixit y Skeath (1999) indican que casi siempre las partes que participan de un juego presentan información asimétrica, donde el que tiene mayor información podría a) esconder la información a aún revelar información equivocada que confunda al oponente o b) revelar en forma transparente la información; y el que posee menor información podría a) tratar de filtrar la información o de conseguir maneras o mecanismos para saber más de la otra parte o b) permanecer ignorante.

Siguiendo a Grote (2009) una de las fuentes de incertidumbre en organizaciones es la información incompleta; conjuntamente con la comprensión inadecuada de la información disponible y las alternativas de acción poco diferenciadas a los fines de alcanzar los objetivos fijados por la organización. La información incompleta es una condición que puede determinarse objetivamente (muchas veces las incertidumbres del entorno no se deben a falta de información, sino con falta de control). Por el contrario, la comprensión inadecuada de la información y las alternativas no diferenciales son fuentes de incertidumbre que implican una interacción entre las características de la decisión que se tomará, el contexto de la decisión y el agente decisor. Una de las ventajas de la teoría de juegos, sobre los métodos tradicionales de simulación y optimización cuantitativa es su capacidad para simular diferentes aspectos del conflicto, incorporar varias características del problema y predecir las posibles resoluciones en ausencia de información cuantitativa, es decir, puede ayudar a resolver el conflicto basado en el conocimiento cualitativo de los jugadores en situación de información incompleta (Madani, 2009).

La gran diferencia entre el análisis en la teoría de los juegos, y aquel que se origina en la asignación de probabilidades y cálculo de valor esperado, es que el primero puede obtenerse acciones y reacciones que serán seguidas por los rivales ante cada posible movimiento propio, buscando predecir cómo se comportaran las personas siguiendo sus propios intereses (Madani, 2009). Cuando el entorno afecta directamente a la toma de decisión, estas decisiones deben basarse en cómo se cree que ese entorno cambiará cuando se decida en un sentido o en otro (Tarjizán y Paredes, 2006). En este marco el análisis del comportamiento estratégico, es un aspecto importante de la interacción humana y los mercados. Esto se manifiesta en negociaciones, amenazas, trampas, entre otros. Es una herramienta que permite disminuir la incertidumbre implícita en aquellas situaciones en que se carece de información, o se tiene muy poca y es insuficiente, respecto a los intereses y modos de acción del adversario o competidor (Herrera Martín y Pinedo, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Toma de decisiones y covid-19

La toma de decisiones es parte de la vida de los seres humanos, donde su desarrollo está estrechamente relacionada por la complejidad de la situación real, objetivos a satisfacer, preferencias y objetivos por cumplir, y por último la incertidumbre presente (Monteiro Gomes y Trovato, 2011). En una era de cambiante tecnología, creciente competencia y actualmente influenciada por una pandemia, pocas organizaciones pueden darse el lujo de basar sus decisiones en reacciones intuitivas y espontáneas. Únicamente un enfoque sistemático y razonado del análisis de sus decisiones puede asegurar a la organización el crecimiento y desarrollo que merece. Las decisiones que se toman en las organizaciones inmersas en un sistema integrado, ameritan un entendimiento de la realidad de la propia institución así como del contexto en el que ella se desenvuelve (España García, 2017). Según Cremades Guisado (2016), “la teoría de juegos tiene una dimensión normativa, que busca realizar prescripciones acerca del comportamiento estratégico óptimo de cada uno de los jugadores involucrados en un juego determinado”, por lo tanto no sólo permite obtener un diagnóstico del pasado o presente, sino comprender como será el futuro, ya que es allí en donde se llevarán a cabo las acciones de las decisiones que se están considerando (Chinkes, 2018). Así el pensamiento estratégico en termino de capacidad para plantear y analizar de manera anticipada situaciones, brinda criterios de valor sobre las alternativas de acción y ponerlo en relación con los posibles resultados a conseguir (Herrero Martín y Pinedo, 2005).

La teoría de juegos nos ayuda a tomar decisiones y, frente a la incertidumbre, formular la estrategia en el mundo de la empresa, basándonos no sólo en nuestro punto de vista, sino también en cómo pensamos que actuarán los demás jugadores, de acuerdo con la decisión que tomemos nosotros (Ruiz, 2018). Modelizar distintas estrategias en base al comportamiento del otro jugador, para luego tomar la decisión más óptima; por ejemplo conveniencia de entrar a un determinado mercado, localización geográfica, posicionamiento, mezcla

de producto, innovación, política de precios, entre otras (Tarjizán y Paredes, 2006). Por esa razón se la asocia normalmente con la estrategia, tratando de determinar cuáles son las acciones que los jugadores seguirían para asegurarse los mejores resultados posibles (Krause, 1999).

Las aplicaciones de la teoría de juegos, a partir de Gorbaneff (2002), se concentran en tres áreas: la estrategia, la estructura y el comportamiento organizacional, siendo una herramienta predilecta para estudiar y representar los temas complejos que implican la interacción de los agentes de manera simplificada. La teoría ayuda a ordenar y a formalizar los principios de la toma de decisiones necesarios para una empresa que interactúa con su entorno (Tarjizán y Paredes, 2006). La ventaja de la teoría de juegos para analizar problemas de índole sociales radica en considerar, explícitamente, situaciones en las que hay un conjunto de agentes que deben tomar decisiones y el bienestar de cada agente depende no sólo de lo que haga él mismo, sino también de lo que hagan los demás. En este marco cuando se debe decidir entre varias alternativas por elegir lo mejor posible, los modelos de interacción basados en la teoría de juegos establecen la necesidad de vincular el pensamiento racional con la habilidad estratégica; y modelar la información que posee cada agente y la que puede obtener de las acciones que realicen los otros (Herrero Martín y Pinedo, 2005).

En un sistema global cada vez más incierto y dinámico la adaptabilidad se ha vuelto esencial para que los actores sociales inmersos en el mismo desarrollen un análisis de su entorno en foco a la teoría de juegos. Shapiro (1989) agrega como áreas del análisis estratégico para aplicar la teoría de juegos: inversión en capital fijo, inversión intangible, control de información, fusión horizontal, competencia de redes y estandarización de productos y contratos. Smolje (2013) plantea un modelo de teoría de juegos para el análisis de escenarios futuros posibles. A través del mismo se busca estudiar el comportamiento de los jugadores, planificando acciones y reacciones con el objetivo de tomar decisiones en función de cada alternativa para actor.

Las personas se enfrentan a menudo a situaciones cuyo grado de dificultad o de incertidumbre con respecto a las decisiones que se deben tomar ponen a prueba su capacidad de pensamiento. Por ello la teoría de juegos ayuda significativamente al desarrollo de estructuras mentales, examinando el comportamiento de los actores sociales con los que se interactúa (Herrero Martín y Pinedo, 2005). La teoría puede utilizarse para comprender cómo evolucionan y actúan los mercados y cómo deben examinar los directivos las decisiones estratégicas que han de tomar continuamente. En el uso de modelos, puede ser que existan dos fuentes principales de error: la información incompleta disponible para el modelador y el hecho de que los disputantes no se comporten consistentemente con los supuestos de la teoría del juego (Winter y García, 2016).

En este marco la teoría de juegos como toda herramienta tiene limitaciones, que se pueden sobrellevar, si se conoce bien el entorno y la normatividad del juego a analizar (Restrepo Carvajal, 2009). Los principales cuestionamientos se basan en modelizar la complejidad de las situaciones reales y la baja sofisticación dinámica de la teoría (Herrero Martín y Pinedo, 2005). Sin embargo, las conclusiones permiten entender diversas situaciones de la vida real y ayudan a pensar en forma consistente y ordenada acerca de acciones muy útiles para la experiencia práctica. También otra crítica que presenta la teoría de juegos, es sobre el supuesto de que los actores actúan de manera racional a la hora de considerar e implementar sus estrategias, donde el modo de pensar del ser humano, no siempre es así (Herrero Martín y Pinedo, 2005; Cremades Guisado, 2016). Herbert Simon (1957) considera que si se quiere analizar el verdadero proceso de decisión, hay que suponer que éste no es ni demasiado racional, ni está del todo afectado por el medio ambiente, incorporando el concepto de racionalidad limitada.

Un problema real tiene demasiadas variables, restricciones, actores y el comportamiento de esas variables, esos actores y esas restricciones son impredecibles; muchas veces imposibles de modelar por lo tanto, pretender concentrar en una sola cifra toda la complejidad de los elementos que componen la realidad es algo difícil donde además no siempre es fácil postular supuestos correctos sobre su conducta (Vélez Pareja, 2017). Grave error concluir entonces, que cómo el problema es complejo, lo mejor es ignorarlo y desechar modelos. Lo que nos indica esta situación es que se debe seguir estudiando el problema y afinar los procedimientos de análisis y buscar dominar la incertidumbre.

En este marco la aplicación de la teoría se podría desarrollar a partir del dilema del prisionero. Este es un ejercicio muy interesante para reflexionar ¿Qué hará el otro en el marco de una pandemia? El resultado de mi decisión dependerá de la decisión del otro, donde la confianza juega un rol fundamental. Si yo hago lo correcto, pero el otro no lo hace, saldré perjudicado. A continuación se da una aplicación del dilema del prisionero hacia el covid-19. En la tabla 1 se analiza en caso de que ninguno de los jugadores estén contagiados:

Tabla 1: dilema del prisionero aplicado al covid-19 en caso de que ningún jugador este contagiado.

	<u>Jugador A: sigue las instrucciones del aislamiento.</u>	<u>Jugador A: no sigue las instrucciones del aislamiento.</u>
<u>Jugador B: sigue las instrucciones del aislamiento.</u>	Menor probabilidad de enfermarse ninguno de los jugadores.	Mayor probabilidad de contagiarse A
<u>Jugador B: no sigue las instrucciones del aislamiento.</u>	Mayor probabilidad de contagiarse B	Se enferman los dos

Fuente: Elaboración propia.

En caso de que ambos jugadores estén contagiados de covid-19, pero sin síntomas (asintomáticos) se darían los siguientes escenarios (Tabla 2):

Tabla 2: dilema del prisionero aplicado al covid-19 en caso de que los jugadores sean contagiados asintomáticos.

	<u>Jugador A: sigue las instrucciones del aislamiento</u>	<u>Jugador A: no sigue las instrucciones del aislamiento</u>
<u>Jugador B: sigue las instrucciones del aislamiento.</u>	Ganan ambos jugadores	Pierden ambos jugadores
<u>Jugador B: no sigue las instrucciones del aislamiento</u>	Pierden ambos jugadores	Pierden ambos jugadores

Fuente: Elaboración propia.

CONSIDERACIONES FINALES

La teoría de juegos surge de la necesidad de conocer, analizar y comprender las relaciones sociales a nivel de interdependencia; intentando estudiar las acciones humanas en sociedad, esto es, cuando existe interdependencia y tanto las acciones que se realicen como los resultados que se obtengan dependen de las acciones de otros. Proporciona un marco analítico general para modelar las decisiones económicas interrelacionadas. En este marco se puede decir que la teoría de juegos tiene un doble propósito, por un lado reducir la incertidumbre sobre el comportamiento conductual racional de los jugadores dependiendo menos del azar, y por otro lado, suministrar criterios para la mejora de la eficacia y eficiencia en la toma de decisiones. Ha tenido mucha oposición debido a su alta complejidad, sustento matemático y faltante práctico.

Así, en base a los distintos autores analizados, podemos concluir afirmando que el empleo de la teoría de juegos como instrumento en la construcción de escenarios a partir del análisis del comportamiento y evolución de los cursos de acción tomado por los distintos actores sociales. Esto es de importancia en apoyo de la toma de decisiones y gestión de incertidumbre en el marco en el que vivimos actualmente, una pandemia.

REFERENCIAS

- Aguiar, F. (2004). Teoría de la decisión e incertidumbre: modelos normativos y descriptivos. *Empira*, no. 8.
- Chinkes, E. (2018). Pronósticos y data mining para la toma de decisiones. Pronostico sobre la deserción de alumnos de una facultad. *Cuadernos del CIMBAGE* no. 20. Pp: 107-132.
- Cremades Guisado, Á. (2016). Teoría de juegos y análisis estratégico: una revisión metodológica en torno a la toma de decisiones y el conflicto internacional. *Documento de Opinión*. Instituto Español de Estudios Estratégicos.
- Dixit, A. y S. Skeath (1999). *Games of Strategy*. Norton, 2ª edición.

- España García, M. (2017). Aplicaciones de la Teoría de Juegos en el Proceso de Gestión Estratégica. *Innova*, Vol 2, No. 8. Pp, 26-33.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos*. Ed. Gedisa, UNAM, Barcelona, España
- Gobarneff, Y. (2002). Teoría de juegos aplicable en administración. *Innovar*. Vol. 1, no. 20.
- González, M., Pérez, H. y J. González (2017). La gestión de la incertidumbre: empresas inteligentes con trabajadores del conocimiento. *Boletín virtual USTA*. Vol. 6.
- Grote, G. (2009). *Management of uncertainty: Theory and application in the design of systems and organizations*. Springer.
- Harsanyi, J. (1967). Games with incomplete information played by bayesian players. Parts I and II. *Management Science*, vol. 14.
- Herrero Martín, J. y J.I. Pinedo (2005). Pensamiento estratégico, Teoría de Juegos y Comportamiento Humano. *Indivisa*. Boletín de Estudios e Investigación. No. 6. Pp. 37-67. Madrid, España.
- Knight, F.H. (1921). *Risk, Uncertainty, and Profit*. Boston, MA: Hart, Schaffner & Marx; Houghton Mifflin Company.
- Krause, M. (1999). La teoría de juegos y el origen de las instituciones. *Revista Libertas*. no. 31.
- Madani, K. (2009). Game theory and water resources. *Journal of Hydrology*.
- Manzanal, M. (2017). Los factores racionales y heurísticos en la toma de decisiones del empresario PyME. Universidad Nacional del Sur.
- Monteiro Gomes, L. y Trovato G. (2011). *Teoría de la Decisión*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil.
- Morrow, J. (1994). *Gante Theory for Political Scientist*. Princeton: Princeton University Press.
- Nash, J.F. (1951). Equilibrium points in N-person games. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 36.
- Paenza, A. (2016). *Estrategias*. La potencia de la matemática para resolver problemas de la vida cotidiana. 1° ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Parra Moreno, C. (2017). Aportes de la teoría de juegos a las decisiones de la dirección. *Gestión y finanzas*. Vol. 1, no. 1.
- Polinomics (2017). Teoría de juegos. Recuperado de: <https://policonomics.com/es/teoria-juegos/>
- Rasmusen, E. (1989). *Games and Information*. Oxford: Blackwell.
- Restrepo Carvajal, C. (2009). Aproximación a la teoría de juegos. *Revista Ciencias Estratégicas*. Vol. 17. No. 22. Pp. 157-175
- Ruiz, C. (2018). Estrategias, ante la incertidumbre. *El financiero*. Recuperado de: <https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/carlos-ruiz-gonzalez/estrategias-ante-la-incertidumbre>
- Selten, R. (1975). Reexamination of the perfectness concept for equilibrium points in extensive games. *International Journal of Game Theory*, vol. 4.
- Shapiro, C. (1989). The theory of business strategy. *RANO Journal of Economics*. Vol. 20, no. 1.
- Simon, H. (1957). *A Behavioral Model of Rational Choice*. In Models of Man, Social and Rational: Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting. New York: Wiley.
- Smit, H. y L. Trigeorgis (2004). *Strategic investment: real options and game*. New Jersey, Estados Unidos: Princeton University Press.
- Smolje, A. (2013). Un modelo de planeamiento y gestión en incertidumbre. *Revista del Instituto Internacional de Costos*. No. 11.
- Tapia León, J. (2012). Teoría de juegos y su aplicación a la negociación internacional: acuerdos de asociación U.E.-Marruecos en materia agraria. *Trabajo fin de Master en Dirección de Empresas de la Universidad de Almería*.
- Tarjizán J. y R. Paredes (2006). *Organización industrial para la estrategia empresarial*. 2° edición. Pp.183-215.
- Vitoriano, B. (2017). *Teoría de la decisión: decisión con incertidumbre, decisión multicriterio y teoría de juegos*. Universidad Complutense Madrid.
- Von Neumann, J. y O. Morgenstern (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton: Princeton University Press.
- Young, P. (1991). *Negotiation Analysis*. University of Michigan Press, Michigan.

- Winter, E. y I. García (2016). Mental equilibrium and strategic emotions. *Management Science*. 1-17.
- Zadeh L. A. (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy Sets and Systems*. No. 1.