

Un acercamiento a la Teoría de Juegos

Guillermo Antonio Gutiérrez Montoya
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad Don Bosco
guillermo@udb.edu.sv

Resumen

En este artículo se presenta un enfoque básico de la Teoría de Juegos con el fin de conocer cuál es su esencia, desde su origen hasta la actualidad. También se dan a conocer algunas de las diversas aplicaciones de la Teoría de Juegos con ejemplos prácticos. Finalmente, se lleva a cabo un análisis con un grupo de investigación, y los resultados se contrastan con los aspectos teóricos de la Teoría de Juegos.

Palabras Clave: Decisiones empresariales, teoría de juegos, juegos empresariales, estrategias decisionales

Abstract

This paper makes a basic approach to the Theory of Games with the purpose of knowing its essence, from its origins to the present. It also presents some of the diverse applications of the Theory of Games with practical examples. Finally, the results of an analysis carried out with a research group are contrasted against the basic aspects of the Theory of Games.

Keywords: Entrepreneurial decisions, theory of games, entrepreneurial games, decisional strategies

Introducción

La Teoría de Juegos no es nueva, comienza en 1913 con algunos trabajos de Zermelo, pero desde entonces ha tenido una gran evolución, apoyada, claro, por el desarrollo informático.

Cada vez que a usted le compete tomar una decisión, se ha preguntado ¿por qué decidí ésta o aquella alternativa? ¿Cuáles fueron sus razonamientos para elegir tal o cual opción? ¿Qué hubiera sucedido si cambio mi decisión? Estos y otros temas son los que vamos a analizar más adelante con la Teoría de Juegos, en donde se conjugan temas como toma de decisiones, negociación, estrategias, cooperación, entre otros.

¿Qué es la teoría de juegos?

La Teoría de Juegos consiste en razonamientos circulares, los cuales no pueden ser evitados al considerar aspectos estratégicos. "Por naturaleza, a los humanos no se les da muy bien pensar sobre los problemas de las relaciones estratégicas, pues generalmente la solución es la lógica a la inversa" (Costales, 2000).

En la Teoría de Juegos la intuición no educada no es muy fiable en situaciones estratégicas, razón por la que se debe entrenar tomando en consideración ejemplos instructivos, sin necesidad que los mismos sean reales. Por lo contrario en muchas ocasiones disfrutaremos de ventajas sustanciales estudiando juegos, si se eligen cuidadosamente los mismos.

Si en lugar de utilizar personajes ficticios utilizamos personajes reales para los juegos si se observase qué tan honesto es ese personaje, cómo manipularía la información obtenida, etc. Para un especialista en Teoría de Juegos el ser deshonesto, etc., sería un error comparable al de un matemático que no respeta las leyes de la aritmética porque no le gustan los resultados que está obteniendo.

La teoría de juegos provee de herramientas conceptuales, metodológicas y de modelación interesantes en el ámbito de la interacción de agentes en mercados competitivos y en la resolución de conflictos generados por la interacción de dichos agentes en estos mismos ambientes.

El propósito de la teoría de juegos es el análisis de las interrelaciones entre dos o más individuos, y la búsqueda de un modelo de actuación óptimo. Stone (1948) señala que el modelo más sencillo de economía es el problema de Robinson Crusoe, en el que él se enfrenta a un problema de maximización con las condiciones externas dadas. El juego consiste en que dadas las condiciones externas en las cuales se encuentra él, como: clima, fertilidad del suelo, entre otros, tiene todas las cartas en la mano, debido a que no hay otro individuo jugando con él o contra él. En resumen, Robinson se enfrenta con el problema de maximizar la satisfacción a partir de su actividad. Restrepo (2009) agrega que el caso de Robinson se haría más complejo en el momento que más jugadores entren al juego, debido a que él no podría tomar decisiones sólo basándose en su concepción de juego. Es necesario que él interaccione con los demás jugadores, ya que el resultado del juego no dependerá solamente de sus acciones, sino también de las del resto de participantes.

El objetivo general de la Teoría de juegos es la determinación de patrones de comportamiento racional en situaciones en las que los resultados dependen de las acciones de los jugadores interdependientes (Ferguson,

1978). En otras palabras, lo que Neumann y Morgenstern buscaban era representar matemáticamente la conducta racional de un individuo.

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

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

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

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

La estrategia del juego es una regla o plan para jugar (Pindyck, 2003). Un ejemplo se da al momento cuando las empresas fijan sus precios, estableciendo que mantendrá sus precios altos mientras el competidor haga lo mismo, y los bajará cuando éste lo haga. La estrategia óptima para el jugador es la que maximiza su ganancia esperada.

Según Ferguson (1978), una estrategia es "una especificación completa de las acciones que ejecutará un jugador en cualquier contingencia que pueda presentarse en el desarrollo del juego". Es claro que esto difícilmente se da en la vida real, a duras penas se conoce parte de la estrategia del resto del mercado. Los rendimientos son los resultados que obtienen los participantes al final del juego. Generalmente se miden en función de los niveles de utilidad, pero también se acostumbra a medirse como beneficios monetarios que tiene una empresa.

Orígenes de la teoría de juegos

La teoría de juegos examina el comportamiento estratégico de jugadores que interactúan motivados por la maximización de la utilidad y que saben que los otros participantes son racionales. Entonces, la teoría de juegos se ocupa del estudio de los problemas de decisión cuando hay interdependencia estratégica. Su campo de aplicación es enorme y va desde la "economía" a la "biología".

La teoría de juegos comienza con trabajos de Zermelo (1913), quien muestra que juegos como el ajedrez son resolubles. Borel (1921) y Von Neumann (1959) en los años veinte estudian los equilibrios de tipo minimax en juegos de suma cero, es decir, juegos en los que lo que gana un jugador lo pierde su rival. Sin embargo, el primer avance importante ocurre en los años cuarenta, con la publicación del libro sobre Teoría de Juegos de Von Neumann and Morgenstern (1944) que divulgó una formalización general de juegos en su forma extendida y normal, introdujo el concepto de estrategia en juegos extensivos y propuso aplicaciones.

En los años cincuenta hubo un desarrollo importante de estas ideas en Princeton, con Luce y Raiffa (1957), difundiendo los resultados en su libro introductorio a la teoría de juegos, Kuhn (1953) trabajó en definir el concepto de información en juegos, Shapley (1953) estableció una forma de atacar los juegos cooperativos (es decir, aquellos en los que los jugadores pueden establecer contratos para actuar en forma fusionada) y por fin John Nash (1950) definió el equilibrio que lleva su nombre, lo que permitió extender la teoría a juegos no-cooperativos más generales que los de "suma cero"¹. Durante esa época, el Departamento de Defensa de los EE.UU. fue el que financió las investigaciones en el tema, debido a que la mayor parte de las aplicaciones de los juegos de tipo suma-cero se concentraban en temas de estrategia militar.

En los 60 y 70 Harsanyi (1967) extendió la teoría de juegos a juegos de información incompleta, es decir, aquellos en que los jugadores no conocen todas las características del juego: por ejemplo, no saben lo que obtienen los otros jugadores como recompensa. Ante la multiplicidad de equilibrios de Nash, muchos de los cuales no eran soluciones razonables a juegos, Selten (1975) definió el concepto de equilibrio perfecto en el sub-juego para juegos de información completa y una generalización para el caso de juegos de información imperfecta.

Juegos no cooperativos y Juegos cooperativos

En los juegos cooperativos, los jugadores pueden negociar contratos vinculantes que les permita adoptar estrategias conjuntas. En el juego no cooperativo esto no es posible. Restrepo (2009) propone un ejemplo de juego cooperativo, es el que dos empresas negocian una inversión conjunta para desarrollar una innovación tecnológica. Un ejemplo de juego no cooperativo se da cuando las mismas dos empresas son rivales y consideran la conducta probable de cada una cuando fijan un precio inferior al del mercado, desencadenando una guerra de precios.

Veamos en detalle cada una de las modalidades de juegos.

1. Juegos no cooperativos

La teoría de juegos no cooperativos ha sido aplicada en forma más extensa a la resolución de situaciones planteadas en mercados competitivos donde los distintos agentes además de no cooperar, hacen un manejo estratégico de las situaciones a las que se ven enfrentados en la competencia, con el objeto de maximizar sus beneficios individuales. La modelación consiste en simular el problema en base a un conjunto de jugadores, un conjunto de reglas, un conjunto de estrategias disponibles para los jugadores y un conjunto de pagos correspondientes a dichas estrategias. Los pagos para un determinado jugador dependen no solo de la estrategia escogida por dicho jugador, sino también de las estrategias escogidas por los otros jugadores participantes. Adicionalmente, se asume que las reglas del juego, las estrategias disponibles para los jugadores y los pagos son de conocimiento común. Se asume que cada jugador es inteligente y racional, es decir maximiza su beneficio individual. Una solución tradicionalmente buscada en este tipo de juegos es denominada equilibrio del juego, surge entonces el concepto de equilibrio de Nash como uno de los elementos principales en la resolución de este tipo de juegos no cooperativos.

¹ En teoría de juegos no-cooperativos, un juego de suma cero describe una situación en la que la utilidad o pérdida de un participante se iguala con exactitud con las pérdidas o utilidades del otro o los otros participantes (Restrepo, 2009).

Adicionalmente es conveniente señalar que la teoría de juegos no cooperativos es la más indicada para enfrentar situaciones derivadas de la competencia. De la misma forma, la teoría de juegos cooperativos es la más indicada para resolver problemas de asignación de costos.

2. Juegos cooperativos

La teoría de juegos cooperativos ha sido aplicada a problemas de asignación y las variadas soluciones propuestas para tales juegos se pueden interpretar como soluciones alternativas a un problema de asignación de costos. Las dos mayores clases de problemas de asignación de costos tienen relación con los costos conjuntos y los costos comunes, los primeros corresponden a aquellas situaciones donde los costos de producción no corresponden a una función separable del conjunto de productos.

Los costos comunes se aplican a situaciones donde el costo de producción se define sobre un solo producto que es usado por múltiples usuarios. En este caso se producen ahorros que se caracterizan como “economías de escala”². Entonces, corresponden a agentes o jugadores en un juego y esencialmente son inteligentes y racionales y, por tanto, están interesados en agruparse formando coaliciones en la medida que tengan un mayor pago al final del juego. Estas coaliciones se establecen sobre la base de determinadas reglas definidas para el juego que se desea modelar.

Cada coalición tiene una función característica en los términos definidos por Von Neumann y Morgenstern (1944) que es el mayor valor que los miembros de una coalición están seguros de recibir si actúan coalicionados sin la ayuda de externos a la coalición. Esta función característica cumple propiedades de superaditividad o subaditividad dependiendo de si se trata de ganancias o costos, y de anularse para una coalición vacía. Como resultado del juego se define una función de pago que es el resultado final del juego, representada por un vector de pagos y que debe cumplir criterios de racionalidad individual, de coalición y colectiva, obteniéndose el núcleo como primera solución del juego.

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

Con respecto a los juegos cooperativos, según Wagner (1983), la cooperación internacional es una meta difícil de lograr, la cooperación siempre es la primera salida frente a un conflicto, ya sea bélico, social, económico, entre otros. Las consecuencias de la cooperación son desastrosas cuando no todos participan, este modo de actuar se conoce como el principio de Stag Hunt. Restrepo (2009) explica que “esto se origina

2. La definición más común de “economías de escala” es la que hace referencia a la función de producción. Al considerar a la función de producción, se dice que existen economías de escala si un incremento porcentual igual en el uso de todos los factores de producción resulta en una expansión porcentual mayor del producto, y al considerar la función del nivel de producción. Mientras el costo marginal está por debajo del costo medio, el costo medio está decreciendo y por lo tanto existen economías de escala. Para el economista Samuelson (2006), las economías de escala son “los aumentos de la productividad o disminuciones del coste medio de producción, derivados del aumento de todos los factores de producción en la misma proporción».

debido a que nadie confía en nadie, siempre va a estar presente una incertidumbre en el medio, lo que lleva a una nación a actuar con dos caras: una, la que se presenta en el tratado de cooperación y, la otra, sólo la conoce la nación, que generalmente planifica pensando que las otras naciones en cualquier momento le van a dar la espalda”.

Supuestos básicos³

La Teoría de Juegos parte de una serie de supuestos básicos:

- Los participantes en la relación son conscientes de ésta, buscan el máximo provecho de dicha relación y actúan racionalmente.
- Existe un coste de la relación y se obtiene un beneficio de ella. Coste y Beneficio son cantidades mensurables
- Las transacciones se efectúan mediante los denominados “turnos de juego”, en los que todos a la vez realizan su selección. En principio no podemos saber a priori cual va a ser la elección del contrincante, sino solo suponer que escogerá la opción optima para él.
- Las “partidas” pueden ser a una sola vuelta (un único turno) o iterativas (múltiples turnos). Del mismo modo, pueden ser entre dos personas (caso habitual), o entre grupos de personas, en cuyo caso suponemos que se juega “todos contra todos” (aunque posteriormente puedan surgir diversos tipos de alianzas)
- El objetivo de la Teoría de Juegos es el análisis de estas relaciones y la búsqueda de un modelo de actuación optimo para todos los casos.

Estrategias básicas

La estrategia representa los principios y rutas fundamentales que guiarán el proceso administrativo para alcanzar los objetivos de una empresa (Cfr. Dess y otros, 2011). Además, muestra como la empresa se prepara para alcanzar dichos objetivos dentro de un cronograma planteado por la dirección. Restrepo (2009) menciona que básicamente se pueden distinguir tres tipos de estrategias, de corto, mediano y largo plazo, según el horizonte temporal. Su adaptación a esquemas de planeación obedece a la necesidad de dirigir la conducta adecuada de los agentes económicos en situaciones diferentes y hasta opuestas. En otras palabras, constituye la ruta a seguir por las grandes líneas de acción contenidas en las políticas nacionales para alcanzar los propósitos, objetivos y metas planteados en el corto, mediano y largo plazo.

Restrepo (2009) cita algunos estilos y estrategias de jugadores:

- El Egoísta: defrauda sistemáticamente.
- El Altruista: colabora siempre.
- El Loco: colabora o defrauda de forma aleatoria.

Racionalidad de la teoría de juegos

Bernard (1954), establece que existen seis claves fundamentales en la teoría de juegos: (1) comportamiento racional, (2) estrategia, (3) la matriz de pago, (4) las reglas del juego, (5) las alianzas, imputaciones y (6) la

3 (Adaptados de Restrepo, 2009; y Fisher, 2000)

solución del juego. Él afirma que la teoría de juegos no es independiente de la cultura, debido a que la población está limitada rigurosamente y rígidamente en su comportamiento. La población o grupo de personas, tiene que planificar cuidadosamente su comportamiento, como si estuviera participando en una partida de ajedrez, pero en este caso, el que pierde puede ser retirado del grupo. El grupo está en un sistema en el cual, cada elección de comportamiento puede anular alguna elección de comportamiento de otro grupo, o incluso se puede dar al interior del mismo grupo, como sucede en los partidos políticos. En la política cada candidato tiene que sopesar cada palabra que dice frente a una audiencia, un término o frase mal formulada puede derribar todo el discurso planeado, haciendo que la competencia haga uso de esto para su propio beneficio. La política es un juego complejo y el candidato que la interprete de acuerdo al entorno en que se mueve, puede lograr grandes metas.

Restrepo (2009) aclara que la teoría de juegos sólo se aplica al comportamiento racional. Presupone que los jugadores intentan ganar, y ellos siguen el curso del juego buscando siempre el menos costo. Esta teoría no se puede aplicar a casos como riñas, violencia interpersonal, hostilidad, etc. Esto no quiere decir que la teoría ignore la no racionalidad. La existencia de la no racionalidad se considera en las reglas del juego. De hecho, la no racionalidad puede resultar una táctica de juego interesante cuando todos los jugadores presentan los mismos esquemas de juego o de escuela de pensamiento.

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

Juegos famosos

A continuación presento algunos juegos famosos, y constituyen ejemplos clásicos de la Teoría de Juegos.

1. El dilema del prisionero

El planteamiento genérico de éste juego es así: dos sospechosos de un delito son encerrados en celdas separadas. Si ambos confiesan, cada uno será condenado a tres años de prisión. Si únicamente uno de ellos confiesa, éste será liberado y su testimonio será utilizado contra el otro, que será condenado a diez años. Si ninguno confiesa, ambos serán condenados por un delito menor y pasarán dos años en prisión.

El cuadro de opciones con los pagos (años en prisión) se observan en el siguiente cuadro:

<i>Jugadores</i>		Prisionero 2	
		<i>Confesar</i>	<i>No confesar</i>
Prisionero 1	<i>Confesar</i>	(-3, -3)	(-1, -10)
	<i>No confesar</i>	(-10, -1)	(-2, -2)

El juego se complica, porque ninguno de los dos prisioneros saben qué dirá el otro, y en este caso, la decisión de “confesar” o “no confesar” se vuelve sumamente delicada, ya que al tomar una decisión errónea, se

puede hasta pasar diez años en prisión. Cuando el juego se repite varias veces, la tendencia es a “no confesar”, pero cuando el juego se realiza una sola vez, ambos jugadores terminan “confesando”.

La Batalla de los Sexos

Otro juego famoso es el denominado “La batalla de los sexos”. Se plantea así: un hombre y una mujer desean pasar una velada, bien en un partido de Fútbol o viendo una película romántica, aunque para ellos lo más importante es estar juntos. El problema reside en que la mujer prefiere la película romántica, mientras que el hombre prefiere ver el partido de fútbol.

Jugadores		Hombre	
		Partido de fútbol	Película romántica
Mujer	Partido de fútbol	(2, 1)	(0, 0)
	Película romántica	(0, 0)	(1, 2)

Como se darán cuenta, existe una situación que satisface a cada uno de los novios; y dos situaciones en las que ninguno sale ganando nada (0, 0). Ésta última compara el hecho que los novios deciden separarse y ver por su cuenta el partido o la película. En la otra situación uno de los dos no queda muy contento, pero esto gana la compañía del otro, y por eso los pagos se distribuyen de forma igual pero inversa.

En la práctica, la mayoría de nosotros siempre terminamos haciendo o viendo lo que nuestras novias o esposas desean ver, y quedamos contentos con hacerles compañía.

3. El Juego del Gallina

Este es un juego interesante, en donde se dice que dos jóvenes conducen sus automóviles en dirección contraria a toda velocidad por una carretera estrecha. Al aproximarse la colisión ambos jóvenes deciden entre “continuar” en la carretera o “ceder” el paso. Si sólo uno de ellos eligiera “ceder”, sobre él recaería el deshonor, pero si ninguno de ellos cediera, ambos morirían por el choque de los vehículos. Si únicamente uno de ellos decide “continuar”, éste se cubre de gloria, y si ambos deciden “ceder” entonces se sienten avergonzados.

Jugadores		Conductor 2	
		Continuar	Ceder
Conductor 1	Continuar	(-3, -3)	(2, 0)
	Ceder	(0, 2)	(1, 1)

Quizás, este juego sea reflejo del manejo que muchos hacemos de nuestra vida, decidimos “continuar” cuando en realidad deberíamos “ceder”. El pago si ambos ceden es de 1, pero en realidad ganan la vida, algo mucho más importante que la deshonor o la vergüenza pública.

¡Adam Smith estaba equivocado!

No estoy tratando de ser irreverente con el título de éste apartado. A continuación desarrollaré el argumento de porqué Adam Smith se equivocó, y para ello utilizaré el juego del "dilema del prisionero" como ejemplo, así también, me apoyaré en la película "Una mente maravillosa", la cual relata la vida de J. Nash y asevera lo que en el título he propuesto.

John Forbes Nash, realiza un planteamiento económico sumamente crucial, con el cuál desarrolla una nueva propuesta teórica y refuta a Smith. Todo esto se puede realizar a partir del análisis del "dilema del prisionero" que ya veíamos antes.

Como ya sabrán Adam Smith es uno de los principales teóricos del capitalismo, de la economía liberal, y lo que decía en su teoría de la "mano invisible" (Jaffé, 2007) es que el que cada individuo actúe buscando su interés particular permite alcanzar el mejor objetivo social posible, u organizar la economía del modo más eficaz. Pues bien, no es así.

Revisemos el planteamiento anterior del dilema del prisionero. Dos personas son detenidas como sospechosas del atraco a mano armada de un banco, pero la policía no tiene pruebas. Sin embargo les han intervenido armas. Por el atraco al banco la pena son diez años de prisión para cada uno, mientras que por tenencia ilícita de armas la pena es de dos años. La policía les interroga por separado y a cada uno le propone el siguiente trato: si me proporcionas pruebas que inculpen en el atraco a tu compañero reduciremos tu condena final a la mitad.

Con lo que se abren varias posibilidades. Supongamos que soy uno de los atracadores y me pongo a hacer cálculos, pensaré:

- Si mi compañero confiesa y yo no confieso, serán diez años para mí (uno a él), pero si también confieso mi condena será de cinco años (cinco a él), así que si confiesa lo mejor que puedo hacer es confesar.
- Pero puede que no confiese. Si yo no confieso tampoco me corresponderán dos años (dos a él), pero si confieso me caerá sólo uno (diez a él), de modo que en este caso lo mejor que puedo hacer también es confesar.

Continúa el prisionero: "mi compañero hará los mismos cálculos que yo así que es muy probable que los dos nos traicionemos y acabemos cumpliendo cinco años cada uno".

Esto es lo que se llama equilibrio de Nash, una situación en la que ninguno encuentra motivos para cambiar de estrategia. ¿Pero cuál es la mejor opción?, evidentemente hay una alternativa, si ninguno de los dos confiesa cada uno cumple dos años. Tocaremos el tema del equilibrio de Nash un poco más adelante.

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

Otro "juego" que se estudia en relación a esto es el llamado "la tragedia de los comunes" (Hardin, 1968) relacionado además con el reciente informe de la WWF/Adena (World Wildlife Fund) sobre lo que está pasando en el mar y sus pronósticos para el 2050⁴.

Imaginemos varios ganaderos que llegan a un lugar de pastos. No pertenece a nadie y todos llevan a su ganado. Si no lo cuidan todos pierden. Pero ¿qué cálculos hace cada ganadero?, pongámonos nuevamente en su cabeza. Supongamos que los demás cuidan los pastos, yo puedo cuidarlos también pero me saco un beneficio extra si no lo hago, y por uno que no lo haga no se va a notar. Pero supongamos que los demás no los cuidan, evidentemente no voy a ser el único confiado, tengo menos beneficio y encima el pasto acabará estropeado igual, es mejor que no lo cuide.

Dicen que este problema está en el origen del derecho allá por el neolítico (Margadant, 1986). Cabe acudir a la propiedad privada dividiendo el terreno en parcelas y asignándole una a cada ganadero o a la propiedad pública con una autoridad que promulgue leyes sobre los pastos, con policía, jueces y tal. El caso del mar y la pesca que mencionaba parece que es un problema similar para las aguas internacionales.

Estos factores de la teoría de juegos refutan a Adam Smith (matemáticamente). Para que el resultado sea el mejor para lo sociedad no basta dejarse llevar del propio "individualismo", son necesarias la cooperación y la confianza entre los involucrados en el juego.

"Adam Smith dijo que el mejor resultado proviene de que todos en el grupo hagan lo que es mejor para cada uno, ¿cierto? Incompleto. Porque el mejor resultado vendrá cuando todos en el grupo hagan lo que es mejor para cada uno – y para el grupo... Adam Smith estaba equivocado" (Godawa, B., 2002).

Su estudio sobre la teoría del juego, la matemática de la competitividad, contradice osadamente las ideas de Adam Smith, el padre de la economía moderna. Una doctrina de pensamiento aceptada desde hace 150 años que queda bruscamente en entredicho frente a la nueva "Teoría del Equilibrio" propuesta por Nash, quien nos daba a conocer una solución para juegos estratégicos no cooperativos, *El punto de equilibrio de Nash es una situación en la que ninguno de los jugadores siente la tentación de cambiar de estrategia ya que cualquier cambio implicaría una disminución en su ganancia* (Fisher, 2010).

Alexandre Oliva (2009) relata que en la película "Una mente maravillosa" (2001), la escena sucede así: se observa que el profesor Nash se encuentra buscando la idea básica para su línea de investigación en torno a la resolución matemática de problemas en Ciencias Sociales, y la encuentra gracias a un hecho fortuito. Entran en el mismo bar un grupo de chicas entre las que destaca una llamativa rubia. El grupo de

4 Según el informe, con las actuales proyecciones, la humanidad utilizará el equivalente a los recursos naturales de dos planetas en el año 2050, si es que esos recursos disponibles no se han agotado para entonces. Uno de los mayores problemas es el incremento de la población mundial, que ha pasado de los 3.000 millones de 1960 a los 6.500 actuales. La ONU prevé que en 2050 la población excederá los 9.000 millones (cfr. <http://www.wwf.es/>).

estudiantes se alborota y rivaliza sobre quién se llevará a la rubia. Ante tal situación, Nash tiene un momento de revelación e inspiración y piensa: “Si nos atacamos todos, nos obstaculizamos y ninguno de nosotros se la lleva; así es que vamos por las amigas y nos ignoran, porque a nadie le gusta ser el segundo plato. Pero... ¿y si nadie fuera por la rubia? No nos obstaculizamos y no ofendemos a las otras chicas. Es la única manera en que ganamos. ¡Victoria asegurada!” (Russel Crowe como John Nash en la película).

De esta forma tan curiosa esboza la que será la idea clave de su planteamiento fundamental: “*En contra de los postulados de Adam Smith, para asegurar el mejor resultado, cada miembro del grupo debe hacer lo mejor para él mismo y para el grupo*” (Russel Crowe como John Nash en la película). En ese instante, J. Nash sale corriendo para poner en orden sus ideas, no sin antes dar las gracias a una atónita rubia. Realmente, y según el director⁵, no responde a hechos reales, es una forma de explicar de manera gráfica en qué se basa la idea central del trabajo de Nash.

Caso de estudio

Cuando me encontraba desarrollando este artículo, realicé un pequeño sondeo para evaluar el comportamiento al desarrollar algunos juegos específicos, y así fue que hicimos la práctica con 35 sujetos, a quienes se les distribuyó un test con el “Dilema del Prisionero”, y a continuación les presento los resultados del estudio. Debo aclarar que los participantes desarrollaron todos los juegos sin saber el propósito de la investigación. Una vez completaron todos los juegos, y entregaron los test, les expliqué de qué trataba todo y cuáles eran los objetivos del estudio.

Bloques	Descripción	Alfa de Cronbach
Bloque 1	Un prisionero habla y el otro escucha la declaración	0.866
Bloque 2	Si el juego se repite 5 veces.	0.704
Bloque 3	Intercambio de roles cuando el juego se repite 5 veces.	0.973

Cuadro 1. Resultados estadísticos del análisis de fiabilidad.

Fuente: Elaboración propia del autor. Cálculos realizados con el programa SPSS 15.0

En primer lugar, evalué el grado de fiabilidad de la escala de medida utilizada, y para ello se aplica el Alfa de Cronbach, que es un coeficiente que sirve para medir la fiabilidad de una escala de medida, y cuya denominación Alfa fue realizada por Cronbach en 1951.

El alfa de Cronbach permite cuantificar el nivel de fiabilidad de una escala de medida para la magnitud inobservable construida a partir de las n variables observadas. Se aceptan valores del Alfa de Cronbach superiores a 0.6. Como todos los resultados son superiores al valor mínimo aceptado, se considera que la escala de medida utilizada en nuestra investigación presenta una fuerte fiabilidad.

5. El director de la película fue Ron Howard, y se basó en el libro del mismo nombre de Sylvia Nasar. Narra la vida del matemático John Forbes Nash desde su llegada a la Universidad de Princeton, en New Jersey, primero como estudiante y luego como profesor. Nos muestra su gran habilidad con las matemáticas. De adulto descubre que sufre de esquizofrenia paranoide, aunque consigue controlar su enfermedad gracias al tratamiento médico y al incansable apoyo su esposa (la salvadoreña Alicia López-Harrison de Lardé). Y sigue trabajando hasta que en 1994 recibe un premio Nobel.

En primer lugar, se les propuso a los participantes que respondieran a la pregunta ¿confesaría o no confesaría?, suponiendo que se encuentran cada uno en celdas separadas. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Prisioneros en celdas separadas: ¿Confesar o no confesar?

		Confiesa	Prisionero 2: ¿Qué decide?		Total
			No Confiesa	Confiesa	
Prisionero 1: ¿Qué decide?	Confiesa	Recuento	1	4	5
		% del total	2.9%	11.4%	14.3%
	No Confiesa	Recuento	3	27	30
		% del total	8.6%	77.1%	85.7%
Total	Recuento	4	31	35	
	% del total	11.4%	88.6%	100.0%	

Fuente: Elaboración propia del autor.

El 77.1% expresó que su situación ideal sería “No Confesar”, ya que aquí se obtiene el menor castigo para ambos. Por supuesto, que esta es una decisión crítica, ya que si el otro prisionero “confiesa”, entonces el mayor castigo en años de cárcel será para el prisionero que no confiese. Teóricamente, la mejor decisión estratégica es “confesar”, la que lleva al equilibrio de Nash.

Ahora bien, ¿Qué ocurre si el juego se repite 5 veces? Lo que pretendía buscar con esta repetición era si las decisiones cambiaban o se mantenía la estrategia. Los resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Juego del Dilema del Prisionero. Se repite 5 veces en celdas aisladas.

DECISIONES PRISIONERO 1		DECISIONES PRISIONERO 2		
		Confiesa	No Confiesa	Total
Primera Confesión	Confiesa	2.90%	8.60%	11.40%
	No Confiesa	5.70%	82.90%	88.60%
	Total	8.60%	91.40%	100.00%
		Confiesa	No Confiesa	Total
Segunda Confesión	Confiesa		5.70%	5.70%
	No Confiesa	11.40%	82.90%	94.30%
	Total	11.40%	88.60%	100.00%
		Confiesa	No Confiesa	Total
Tercera Confesión	Confiesa		5.70%	5.70%
	No Confiesa	11.40%	82.90%	94.30%
	Total	11.40%	88.60%	100.00%
		Confiesa	No Confiesa	Total
Cuarta Confesión	Confiesa		2.90%	2.90%
	No Confiesa	8.60%	88.60%	97.10%
	Total	8.60%	91.40%	100.00%
		Confiesa	No Confiesa	Total
Quinta Confesión	Confiesa		8.60%	8.60%
	No Confiesa	11.40%	80.00%	91.40%
	Total	11.40%	88.60%	100.00%

Fuente: elaboración propia del autor.

La tendencia de los jugadores fue a mantener su estrategia, principalmente en “No Confesar” el delito. Pueden realizarse los siguientes comentarios. En primer lugar, cuando un juego se “repite”, puede ocurrir que en más de alguna ocasión alguno de los jugadores cambie su decisión por otra estrategia, se puede dar este “lujo” dada la repetitividad del juego; pero cuando este juego se realiza una única vez, y que de dicha decisión dependa el permanecer uno o diez años en cárcel, entonces su decisión debe ser bien sustentada y sin titubeos.

Ahora veamos que ocurre en una situación en la que ambos prisioneros se encuentran ante el Juez. Sucede que un prisionero va a declarar primero y el otro escuchará atentamente su confesión, y luego, el segundo prisionero responderá al juez ya conocedor de la primera declaración. Los resultados de muestran en las Tablas 3.a y 3.b.

Tabla 3(a) Prisionero 1 declara ante el juez.

		Confiesa	Prisionero 2 habla ante el juez (b)		Total
			No Confiesa	Confiesa	
Prisionero 1 habla ante el juez (a)	Confiesa	Recuento	2	2	4
		% del total	5.7%	5.7%	11.4%
No Confiesa		Recuento	6	25	31
		% del total	17.1%	71.4%	88.6%
Total		Recuento	8	27	35
		% del total	22.9%	77.1%	100.0%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3(b): Prisionero 2 declara ante el juez.

			Prisionero 1 habla ante el juez (h)		Total
			Confiesa	No Confiesa	
Prisionero 2 habla ante el juez (g)	Confiesa	Recuento	2	6	8
		% del total	5.7%	17.1%	22.9%
No Confiesa		Recuento	3	24	27
		% del total	8.6%	68.6%	77.1%
Total		Recuento	5	30	35
		% del total	14.3%	85.7%	100.0%

Fuente: elaboración propia.

Realizando la comparación, se nota que al escuchar la declaración inicial, la tendencia es a “no confesar”, salvo el caso de un prisionero, cuya declaración era “no confesar” que cambió de decisión hacia “confesar”. Los prisioneros, en su mayoría, mantuvieron su decisión de “confesar” o “no confesar” ya sea que declararan de primero o de segundo ante el juez. Cuando un juego se repite, y un jugador mantiene su estrategia,

esto origina credibilidad en su actuación, y genera confianza ante los otros jugadores que se mantendrá firme en sus decisiones, y pueden entonces confiar en dicho jugador al momento de tomar una decisión uniforme, que no cambiará la decisión para obtener un mayor provecho personal o empresarial, a costa de los demás.

Con relación al Dilema del Prisionero, el último ensayo que se hizo en la práctica fue consultarles a los participantes sobre ¿qué decidirían?, pero esta vez, poniéndose de acuerdo sobre su declaración. Los resultados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Los prisioneros se ponen de acuerdo en la declaración.

		No Confiesa	Se ponen de acuerdo 1b	Total
			No Confiesa	
Se ponen de acuerdo 1a	No Confiesa	Recuento	35	35
		% del total	100.0%	100.0%
Total		Recuento	35	35
		% del total	100.0%	100.0%

Fuente: Elaboración propia.

El total de los participantes decidió “no confesar”, y esta es una situación en donde ambos deciden lo mejor para ellos, construyendo de forma cooperativa una relación ganar-ganar (win/win), así como lo establece el cuarto hábito de la gente altamente efectiva (Covey, 1996).

Un último ensayo que decidimos implementar con los participantes, fue el siguiente juego:

- Suponga que a usted le dan una cantidad de \$100 dólares. Con ésta cantidad en su poder debe hacer una oferta a su compañero de juego.
- Si su compañero “acepta” la cantidad que usted le ofrece, entonces ambos se embolsan la cantidad acordada. Por ejemplo, si el participante A le ofrece \$5 dólares al participante B, y B acepta, entonces al primer participante le corresponden \$95 dólares, y el segundo participante se queda con la cantidad que aceptó.
- En caso de “no aceptar” la oferta, ninguno de los participantes obtiene nada y deben regresar los \$100 dólares. Ambos se quedan sin dinero.
- El ejercicio se repitió por 5 veces por un participante, y luego los roles se intercambiaron.

Los resultados estadísticos que arrojó este ejercicio se observan en la Tabla 5.

Tabla 5. Aceptación o rechazo de una cantidad ofrecida al participante.

Cantidad ofrecida	PARTICIPANTE 1 REALIZA UNA OFERTA AL PARTICIPANTE 2			PARTICIPANTE 1 REALIZA UNA OFERTA AL PARTICIPANTE 2		
	PRIMERA OFERTA			PRIMERA OFERTA		
	Participantes 2		Total	Participantes 1		Total
Acepta	No Acepta	Acepta		No Acepta		
De \$0 a \$9 dólares		2.90%	2.90%		20.00%	20.00%
De \$10 a \$19 dólares		11.40%	11.40%		28.60%	28.60%
De \$20 a \$29 dólares	2.90%	17.10%	20.00%	2.90%	2.90%	5.70%
De \$30 a \$39 dólares		8.60%	8.60%	2.90%	2.90%	5.70%
De \$40 a \$49 dólares	2.90%	11.40%	14.30%			
De \$50 a \$59 dólares	37.10%	2.90%	40.00%	25.70%	2.90%	28.60%
De \$60 a \$69 dólares				5.70%		5.70%
De \$70 a \$79 dólares						
De \$80 a \$89 dólares				2.90%		2.90%
De \$90 a \$100 dólares	2.90%		2.90%	2.90%		2.90%
Total	45.70%	54.30%	100.00%	42.90%	57.10%	100.00%
	SEGUNDA OFERTA			SEGUNDA OFERTA		
	Participantes 2		Total	Participantes 1		Total
	Acepta	No Acepta		Acepta	No Acepta	
De \$0 a \$9 dólares		5.70%	5.70%		11.40%	11.40%
De \$10 a \$19 dólares		5.70%	5.70%		11.40%	11.40%
De \$20 a \$29 dólares		22.90%	22.90%		22.90%	22.90%
De \$30 a \$39 dólares	2.90%	14.30%	17.10%		8.60%	8.60%
De \$40 a \$49 dólares	8.60%	17.10%	25.70%	8.60%	11.40%	20.00%
De \$50 a \$59 dólares	14.30%	2.90%	17.10%	20.00%	2.90%	22.90%
De \$60 a \$69 dólares		2.90%	2.90%	2.90%		2.90%
De \$70 a \$79 dólares						
De \$80 a \$89 dólares						
De \$90 a \$100 dólares	2.90%	2.90%	2.90%			
Total	28.60%	100.00%	100.00%	31.40%	68.60%	100.00%
	TERCERA OFERTA			TERCERA OFERTA		
	Participantes 2		Total	Participantes 1		Total
	Acepta	No Acepta		Acepta	No Acepta	
De \$0 a \$9 dólares		2.90%	2.90%			
De \$10 a \$19 dólares		2.90%	2.90%		11.40%	11.40%
De \$20 a \$29 dólares		8.60%	8.60%		8.60%	8.60%
De \$30 a \$39 dólares		25.70%	25.70%	2.90%	28.60%	31.40%
De \$40 a \$49 dólares	11.40%	17.10%	28.60%	2.90%	8.60%	11.40%
De \$50 a \$59 dólares	14.30%	2.90%	17.10%	22.90%		22.90%
De \$60 a \$69 dólares	8.60%		8.60%	5.70%	2.90%	8.60%
De \$70 a \$79 dólares		2.90%	2.90%	2.90%		2.90%
De \$80 a \$89 dólares						
De \$90 a \$100 dólares	2.90%		2.90%	2.90%		2.90%
Total	37.10%	62.90%	100.00%	40.00%	60.00%	100.00%
	CUARTA OFERTA			CUARTA OFERTA		
	Participantes 2		Total	Participantes 1		Total
	Acepta	No Acepta		Acepta	No Acepta	
De \$0 a \$9 dólares		2.90%	2.90%		2.90%	2.90%
De \$10 a \$19 dólares		8.80%	8.80%	2.90%	11.40%	14.30%
De \$20 a \$29 dólares	2.90%	5.90%	8.80%		5.70%	5.70%
De \$30 a \$39 dólares	8.80%	5.90%	14.70%	2.90%	14.30%	17.10%
De \$40 a \$49 dólares	5.90%	20.60%	26.50%	2.90%	17.10%	20.00%
De \$50 a \$59 dólares	17.60%		17.60%	22.90%	2.90%	25.70%
De \$60 a \$69 dólares	5.90%	2.90%	8.80%	5.70%		5.70%
De \$70 a \$79 dólares	2.90%	2.90%	5.90%			
De \$80 a \$89 dólares		2.90%	2.90%	2.90%		2.90%
De \$90 a \$100 dólares		2.90%	2.90%	5.70%		5.70%
Total	44.10%	55.90%	100.00%	45.70%	54.30%	100.00%
	QUINTA OFERTA			QUINTA OFERTA		
	Participantes 2		Total	Participantes 1		Total
	Acepta	No Acepta		Acepta	No Acepta	
De \$0 a \$9 dólares		8.80%	8.80%		2.90%	2.90%
De \$10 a \$19 dólares	2.90%	2.90%	5.80%		5.90%	5.90%
De \$20 a \$29 dólares		11.80%	11.80%		8.80%	8.80%
De \$30 a \$39 dólares	11.80%	2.90%	8.80%		5.90%	5.90%
De \$40 a \$49 dólares	5.90%		52.90%	5.90%	2.90%	8.80%
De \$50 a \$59 dólares	52.90%		5.90%	52.90%		52.90%
De \$60 a \$69 dólares	5.90%		2.90%			
De \$70 a \$79 dólares	2.90%		2.90%	2.90%		2.90%
De \$80 a \$89 dólares	2.90%					
De \$90 a \$100 dólares				11.80%		11.80%
Total	85.30%	14.70%	100.00%	73.50%	26.50%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

La tendencia muestra que los jugadores esperaban obtener un beneficio mucho mayor a \$10 e inclusive \$20 dólares, ya que cantidades menores que éstas rápidamente eran rechazadas. En ningún caso, nadie aceptó una cantidad inferior a nuestros \$10 dólares hipotéticos.

Por otra parte, existió una tendencia a dividir los \$100 dólares en cantidades iguales, y también sucedieron casos en que el segundo jugador siempre rechazó ofertas inferiores o que igualaran la partición de los \$100 dólares, rechazaba la oferta y exigía para sí una cantidad mayor que \$60 o \$70 dólares.

Casos extraños suceden al momento de tomar decisiones, ya que en realidad con aceptar \$1 dólar que el segundo jugador aceptara ya estaban ganando, puesto que ese dólar no lo tenían en su bolsillo, y al momento de aceptar la oferta sí lo poseía. Esto muestra que en muchas ocasiones, por no decir la mayoría, no actuamos de forma racional, sino más bien “jugamos” de forma irracional el juego, y nos adentramos entonces al campo de los juegos sociológicos, constituyéndose una “de las tareas más complejas que existe en la teoría de juegos, debido a que está de por medio la naturaleza humana y ésta generalmente es impredecible” (Restrepo, 2009), ya que no se aplica el principio del *homo economicus*⁶, puesto que en muchos casos se denota que nuestras decisiones no son racionales o lógicas, sino que nos comportamos y decidimos de manera “irracional” (o emocional).

Conclusiones

- La Teoría de Juegos presenta planteamientos importantes que pueden ser empleados en negociación, diseño de estrategias, toma de decisiones, etc., esto para buscar la mejor alternativa de solución ante la problemática o situación planteada. Los campos de aplicación de la Teoría de Juegos no presentan límites, de tal modo que podemos utilizarla en cualquier ámbito de nuestra vida (laboral, familiar) o a nivel organizacional (empresa privada y gobierno), por mencionar algunos casos.
- J. Nash, superó a Adam Smith, mejorando el planteamiento económico de la libre competencia, ya que la sociedad en general debe cooperar en la búsqueda de su beneficio y el de “todos”. Quizás ahora más que nunca, ante la incertidumbre del mercado mundial, sea sumamente importante aplicar el concepto de “coopetencia”⁷ en lugar de competencia. La “coopetencia” plantea que debemos ser cooperativos entre nosotros mismos para ser más competitivos, y esto lo podemos aplicar a nivel empresarial y a nivel personal.
- El ser humano tiende a tomar decisiones de manera más irracional que racional, implicando que cuando debemos decidir estratégicamente (personal u organizacionalmente), debemos ser sumamente cautelosos, informarnos bien antes de decidir y ponderar más la “razón” ante la “emoción”. Solamente así podremos estar seguros que la decisión tomada ha sido la correcta, logrando llegar al equilibrio de Nash.

1.

6. Es el concepto utilizado en la escuela neoclásica de economía para modelizar el comportamiento humano. Esta representación teórica se comportaría de forma racional ante estímulos económicos siendo capaz de procesar adecuadamente la información que conoce, y actuar en consecuencia.

7. El término “coopetition” o “coo-petencia” integra la tensión y dinámica estratégica que impulsa una empresa para combinar, de manera complementaria, procesos de cooperación y competencia (Nalebuff y Brandenburger, 1996; Shapiro y Varian, 1998).

- Así como he utilizado parte de la película “Una mente brillante” para referir y desarrollar éste artículo, aprovecho para expresar que el uso de películas selectas por parte del docente constituye una poderosa herramienta educativa para aplicarla y reflexionarlas en nuestras clases con los estudiantes. Existen películas de todo tipo, lo importante es saber seleccionar aquellas que sean pertinentes para el tema tratado en una clase y que pueda ser de reflexión para el grupo de estudiantes, que les deje un mensaje para su formación y su vida.

Referencias

- Bernard, Jessie. (1954) “The Theory of Games as a Modern Sociology of Conflict”. *The Economic Journal: STOR*, 59 (5), 411-424.
- Borel, E. (1921) “The theory of play and integral equations with skew symmetric kernels” (reprint 1953). *Econometrical*, 21, 101–115.
- Costales, Felipe (2000) *Teoría de Juegos*, I. U. P. Santiago Mariño, San Cristóbal, Venezuela.
- Covey, Stephen R. (1996) *Los siete hábitos de la gente altamente efectiva*, Editorial Paidós, México.
- Dess, G.; Lumpkin, G. T.; Eisner, A. B. (2011) *Administración Estratégica. Textos y casos*, 5ª edición, McGraw-Hill Hispanoamericana, México.
- Ferguson, C.E. y Gould J.P. (1978) *Teoría Microeconómica*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Fisher, R. (2010) *Curso de organización industrial*. Universidad de Chile. Chile.
- Godawa, Brian (2002). *A Beautiful Movie of a Postmodern Mind*. Web site: <http://www.godawa.com/HW/BeautifulMind.pdf> visitada el 20 de septiembre de 2011.
- Harndin, Garrett (1968) “The Tragedy of Commons” en *Science*, v. 162, pp. 1243-1248, traducción de Horacio Bonfil Sánchez. *Gaceta Ecológica*, núm. 37, Instituto Nacional de Ecología, México.
- Harsanyi, J. (1967) “Games with incomplete information played by ‘Bayesian’ players, parts I and II”. *Management Science*, vol. 14.
- Hurwicz, Leonid. (1953) “What Has Happened to The Theory of Games”. *The Economic Journal: STOR*, 43 (2), 398-405.
- Jaffé, Klaus (2007) *La riqueza de las naciones. Una visión interdisciplinaria*. Editorial Equinoccio, Universidad Simón Bolívar, Banco Central de Venezuela.
- Kuhn, Harold W. (1953) “Extensive Games and the Problem of Information”, en H. W. Kuhn y A. W. Tucker (eds.), *Contributions to the Theory of Games*, Volume II, Princeton University Press, Princeton
- Luce, R.D. and H. Raiffa (1957) *Games and Decisions: Introduction and Critical Survey* (New York: John Wiley).
- Margadant, Guillermo F. (1986) *La segunda vida del derecho romano*. Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa, San Ángel, México. ISBN 968-842-058-1.
- Myerson, Roger B. (1999) “Nash Equilibrium and the History of Economic Theory”. *Journal of Economic Literature*. 37 (9), 1067-1082.
- Nasar, Sylvia (1998) *A beautiful mind: a biography of John Forbes Nash, Jr., winner of the Nobel Prize in economics*, 1994, Editorial Simon & Schuster, USA.
- Nash, J. (1950) “Equilibrium points in n-person games”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 36, 48–49.
- Nalebuff, Barry y Adam Brandenburger (1996) *Coopetencia*, Grupo Editorial Norma, Colombia.
- Nicholson, Walter. (2002) *Teoría Microeconómica*. Madrid: Thomson.

- Oliva, A. (2009) *Una mente brillante. Teoría de juegos, competencia y cooperación*, Fundación Software Libre América Latina (FSF-LA), página web <http://www.fsfla.org/svn/fsfla/site/blogs/lxo/pres/beautiful-mind/> visitada el 21 de septiembre de 2011.
- Pindyck, R. S. y L. D. Rubinfeld (2003). *Microeconomía*. Madrid: Prentice Hall.
- Restrepo Carvajal, C. A. (2009) "Aproximación a la teoría de juegos" en *Revista Ciencias Estratégicas*, vol. 17, núm. 22, pp. 157-175, Medellín, Colombia.
- Samuelson, P. L. (2006) *Economía*, 18a Edición, McGraw-Hill, México.
- Selten, R. (1975) "Reexamination of the perfectness concept for equilibrium points in extensive games". *International Journal of Game Theory*, 4, 25–55.
- Shapiro, Carl; Varian, Hal (1998) *Information Rules: a Strategic Guide to the Network Economy*, Boston, Massachusetts, Harvard Business School Press.
- Shapley, L. (1953) "A value for n-person games" en R. Tucker, A.W. Y Luce, editores, *Contributions to the Theory of Games II*, . Princeton University Press.
- Stone, Richard. (1948) "The Theory of Games". *The Economic Journal: STOR*. 58 (230), 185-201.
- Von Neumann, J. (1959) "Zur theorie des gesellschaftsspiele" en A. Tucker and R. Luce, editores, *Contributions to the Theory of Games, IV*. Princeton University Press. Inicialmente publicado en 1928.
- Von Neumann, J.; O. Morgenstern (1953) *Theory of Games and Economic Behavior* (Princeton: Princeton University Press).
- Wagner, Harrison R. (1983) "The Theory of Games and The Problem of International Cooperation". *The Economic Journal: STOR*. 77 (2), 330-346.
- Zermelo, Ernest (1913) "Über eine Anwendung der Mengenlehre auf die Theorie des Schachspiels", *Proc. Fifth Congress Mathematicians*, Cambridge University Press 1913, 501-504.

Anexos

Instrumentos para la recolección de la información.

EJERCICIO 1

El dilema del prisionero

Dos sospechosos de un delito son encerrados en celdas separadas. Si ambos confiesan, cada uno será condenado a tres años de prisión. Si únicamente uno de ellos confiesa, éste será liberado y su testimonio será utilizado contra el otro, que será condenado a cuatro años. Si ninguno confiesa, ambos serán condenados por un delito menor y pasarán un año en prisión.

PASO 1

¿Si usted fuera el prisionero __ que decisión tomaría al respecto?

Nombre:

DECISIONES	CONFESAR	NO CONFESAR
Primera		

Si el juego se repitiera 5 veces, ¿qué decisiones tomaría en este caso?

DECISIONES	CONFESAR	NO CONFESAR
Primera		
Segunda		
Tercera		
Cuarta		
Quinta		

PASO 2

El siguiente paso de éste ejercicio, es que los dos prisioneros permanecen juntos en el interrogatorio, entonces, un prisionero se da cuenta de lo que el otro prisionero ha dicho ante el juez, y luego le corresponde declarar.

PRIMERA JUGADA:

Prisionero 1 revela su decisión: _____

Prisionero 2 toma como decisión fundándose en la anterior: _____

SEGUNDA JUGADA:

Prisionero 2 revela su decisión: _____

Prisionero 1 toma como decisión fundándose en la anterior: _____

PASO 3.

Ahora, resulta que ambos prisioneros son colocados en la misma celda, y pueden ponerse de acuerdo con la decisión de "confesar" o "no confesar".

Entonces, ¿usted que decide?

INTERROGATORIOS	CONFESAR	NO CONFESAR
Primero		

EJERCICIO 2

¿Cuánto ofrece?

Al jugador 1 se le obsequian \$100 dólares, los cuales se le pide debe compartir con el jugador 2. El jugador 1 puede elegir la cantidad que le otorgará al jugador 2, y éste puede tomar dos de las siguientes decisiones: (a) "aceptar" la cantidad que el jugador 1 le ofrece, y (b) "no aceptar" lo que le ofrecen, entonces, ambos se quedan sin nada en el bolsillo.

JUGADORES:

Nombre jugador 1: _____

Nombre jugador 2: _____

Jugadores	Jugador 2		
	<i>Cantidad ofrecida por el Jugador 1 para el jugador 2</i>	<i>Acepta</i>	<i>No acepta</i>
Jugador 1 (\$100)			

INTERCAMBIO:

Jugadores	Jugador 1		
	<i>Cantidad ofrecida por el Jugador 2 para el jugador 1</i>	<i>Acepta</i>	<i>No acepta</i>
Jugador 2 (\$100)			