Revista Sociedad y Economía. Número 7, octubre de 2004, págs. 45 a 64

Teoría de juegos de negociación: una visión general[†]

Julián J. Arévalo[‡]

Resumen

Este artículo presenta un recuento general de la teoría de negociación. Se destacan los desarrollos previos a la aparición de la teoría de juegos; se distinguen los modelos cooperativos y no-cooperativos, se ilustran algunos de los desarrollos recientes en el área y se hace especial énfasis en la importancia de la agenda de negociación en problemas de negociación gradual.

Abstract

This article presents a general account of bargaining theory. It highlights the previous developments to bargaining game theory; cooperative and non-cooperatives models are distinguished and some topics concerning the Nash program are included. Some new developments on the field are presented and we make a special emphasize in the bargaining agenda of gradual bargaining problems.

JEL classification: C60, C71, C78.
Palabras Clave: juegos de negociación, procesos trayectoria-dependientes.

[‡] Julián Arévalo es docente e investigador de las Universidades Externado de Colombia y Nacional de Colombia (sede Bogotá) y miembro de la Unidad de Estudios en Interacciones Económicas, jarevalo@uexternado.edu.co.

Introducción

Los juegos de negociación se refieren a situaciones en las que dos o más partes deben alcanzar un acuerdo acerca de cómo repartirse un determinado objeto o cantidad monetaria. En estos juegos, cada jugador prefiere alcanzar un acuerdo que no hacerlo; pero a su vez, prefiere el acuerdo más favorable desde su punto de vista. Ejemplos de tales situaciones son la negociación entre un sindicato y los empresarios de una compañía acerca del incremento salarial; la disputa entre dos comunidades sobre la repartición de un territorio común; las condiciones bajo las cuales dos países pueden iniciar un programa de desarme nuclear; etc. El análisis de este tipo de problemas busca, en primera instancia, una solución en la cual se especifique la fracción del objeto de la negociación que le corresponde a cada parte negociante.

Los problemas de negociación han estado presentes en la teoría económica desde hace más de un siglo cuando se analizaban los posibles acuerdos a los cuales podrían llegar partes con un significativo poder de mercado. Sin embargo, el análisis de problemas de negociación trasciende del plano netamente económico y se inserta en el análisis de otro tipo de áreas como es el caso de los problemas políticos.

El análisis adecuado de los problemas de negociación permite entender qué tipo de posturas concuerdan con cada tipo de resultados de la negociación, qué clase de comportamientos al inicio de un problema de negociación por etapas conducen al éxito del proceso y cuáles de ellos a un fracaso del mismo, así como qué papel debe jugar un mediador que busca que una negociación sea exitosa.

Este artículo parte de la premisa compartida por varios teóricos en juegos acerca de que un mejor conocimiento del conflicto puede ayudar a crear un mundo más pacífico y seguro. En este caso particular, se busca que el estudio de problemas de negociación brinde alguna luz sobre las consecuencias que cierto tipo de comportamientos así como la estructuración de los mismos traigan sobre sus resultados.

En este sentido, este artículo presenta los principales desarrollos en el análisis de problemas de negociación. Se inicia con las aproximaciones previas a la aparición de la teoría de juegos para, después, presentar el aporte de John Nash sobre los juegos de negociación. Seguido a esto se mencionan algunos de los desarrollos en juegos coalicionales para, después, mostrar las respuestas a la propuesta de Nash. Posteriormente se analizan los modelos no-cooperativos de negociación, al igual que el programa Nash y los modelos que prescinden del supuesto de racionalidad. Para terminar, se presenta una reflexión sobre la importancia de la agenda de negociación, algunos resultados preliminares al respecto, y algunos comentarios finales.

Aproximaciones al Problema de Negociación antes de la Teoría de Juegos

El problema de negociación se remonta tiempo atrás en la teoría económica al analizar los acuerdos a los que se llegaría en presencia de oligopolios, monopolios bilaterales o, de forma más general, en situaciones donde dos o más partes buscan, explícita o implícitamente, algún tipo de acuerdo.

Edgeworth (1881) enfrentó el problema de elegir un punto (asignación) en la curva de contrato, y establece que otros factores adicionales a los que incluía el modelo establecido deberían incidir en la elección de este acuerdo.

Básicamente, lo que la teoría económica existente podía decir acerca de situaciones de negociación se restringía a dos postulados de racionalidad:

<u>Racionalidad Individual</u>: nadie negociará por menos de cierto pago mínimo llamado “punto de desacuerdo”.

<u>Racionalidad Conjunta</u>: nadie llegará a un acuerdo si existe un pago conjunto posible mejor que el que se está proponiendo.

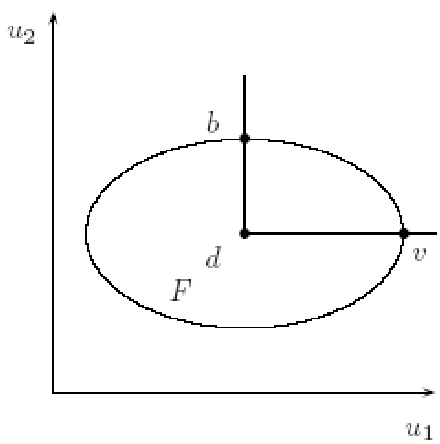

Figura 1: Problema de Negociación

En la figura 1, el conjunto de posibles pagos conjuntos es *F* y el punto $d \in F$ el pago mínimo conjunto. El área <u>*bvd*</u> está conformada por todos los pagos que satisfacen la condición de racionalidad individual, y la línea de frontera <u>*bv*</u> del conjunto *F*, es el conjunto de todos los pagos que satisfacen la condición de racionalidad conjunta (frontera de Pareto). Edgeworth (1881) llamó a todos los puntos de la frontera <u>*bv*</u>, *arreglos finales*} (*final settlements*); Pigou (1905) los llamó el *rango de acuerdos practicables* (*range of practicable bargains*). Sin embargo, el que los acuerdos posibles estén en la frontera de Pareto <u>*bv*</u> del conjunto *F* no nos dice nada sobre *dónde* realmente podrían negociar, ni cómo las fuerzas de la negociación pueden llevar a los agentes a alguno de estos acuerdos.

Fue quizás Zeuthen (1930) quien primero creyó en la necesidad de una teoría fuerte de negociación que permitiera predecir un solo acuerdo (o unos pocos acuerdos) bien definidos. Analizando negociaciones colectivas en el mercado laboral, propone un procedimiento de negociación que, para el caso simétrico, resulta en una división por partes iguales del proceso de negociación. Para analizar el caso general propuso que la teoría tendría que estar basada en las *actitudes hacia el riesgo* por parte de los agentes. Más específicamente, el nivel en el que cada agente está dispuesto a someterse a una disputa en lugar de aceptar términos desfavorables, debería tener un papel explícito en el modelo.

Desafortunadamente, esta visión pionera de Zeuthen fue obscurecida por la aparición en 1944 del gigante *Theory of Games and Economic Behavior* de von Neumann y Morgenstern, en donde, sin embargo, los juegos de negociación de dos personas no van más allá de la teoría de negociación de Edgeworth y Pigou. Aún así, el aporte de von Neumann y Morgenstern fue indirectamente importante para la teoría de la negociación en el sentido de que desarrollaron herramientas útiles a esta, como los conceptos de estrategia, función de pago, juego en forma extensiva y en forma estratégica, y función característica. En particular, el concepto de función de pago de von Neumann y Morgenstern era una formulación rigurosa que permitía el estudio formal del concepto de riesgo.

John Nash y los Juegos de Negociación

Nash (1950) es quien primero define un problema básico formal de negociación, entendiéndolo como un conjunto de posibles asignaciones de utilidad (von Neumann-Morgenstern) resultante de todos los posibles acuerdos que pueden alcanzar las partes negociantes, y una asignación correspondiente al pago que obtiene cada uno de los jugadores en caso de que no logren llegar a un acuerdo. Para buscar una solución al problema de negociación, recurre a establecer una serie de propiedades deseables (axiomas) que debería satisfacer tal solución y posteriormente procede a definirla. En este contexto, una solución de negociación es una regla de asignación de utilidades aplicable a cualquier problema de negociación.

Nash introduce los axiomas de eficiencia (en el sentido de Pareto), simetría[1], invarianza escalar[2] e independencia de alternativas irrelevantes[3], y muestra que la solución que ofrece, esto es, aquella que maximiza el producto de las utilidades de los agentes, es la única que satisface estos cuatro axiomas.

[1] El axioma de simetría establece que si la posición de las partes en la negociación es idéntica (en cuanto a su aversión al riesgo, información disponible, etc.) y en el desacuerdo son tratados de la misma manera, entonces en la solución deben recibir lo mismo.

[2] El axioma de invarianza escalar establece que cualquier transformación escalar de las utilidades de los jugadores se traduce en una modificación de la solución en la misma escala.

[3] El axioma de independencia de alternativas irrelevantes establece que la elección de una asignación de utilidades no debe depender de asignaciones que, siendo factibles, no fueron elegidas.

Para una ilustración de este resultado consideremos la figura 2; inicialmente el conjunto de negociación está dado por las asignaciones de utilidad pertenecientes al rombo de lado 2. Notemos que este rombo es simétrico respecto a la línea de 45º. El producto de las utilidades puede representarse como una hipérbola $u_1 \cdot u_2$ tal como aparece en la gráfica para el caso en que tal producto es igual a 1. Notemos que la solución Nash de negociación es eficiente, ya que se encuentra en la frontera de Pareto, simétrica, ya que en este caso se ubica en la línea de 45º, y no depende de la escala de las utilidades. Para verificar que adicionalmente satisface el axioma de independencia de las alternativas irrelevantes, consideremos el caso en que se presenta una contracción del conjunto de negociación, quedando disponibles únicamente las asignaciones en la región sombreada. Notemos que, dado que la asignación que solucionaba el primer problema sigue siendo una opción factible, esta es también la solución al nuevo problema.

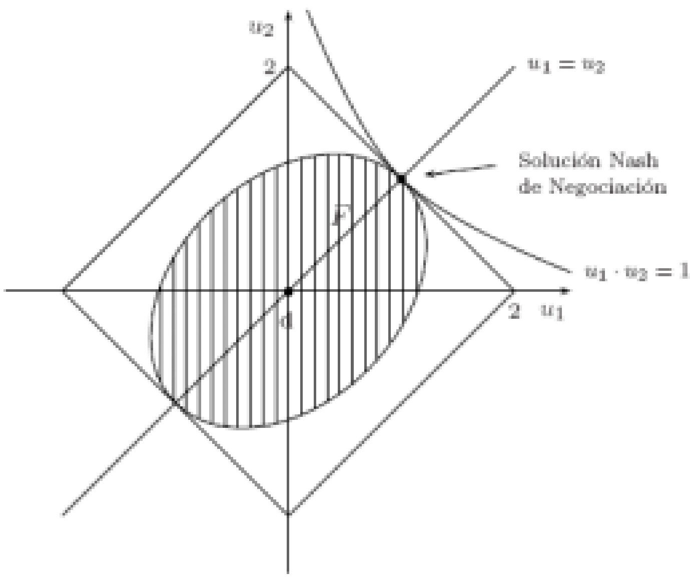

Figura 2: Solución Nash de Negociación

Es importante destacar que en juegos donde se presenta asimetría en el poder de negociación de las partes, *la solución Nash de negociación penaliza al jugador más averso al riesgo*. El sentido de este resultado se encuentra en el hecho de que en la medida en que un jugador sea más averso al riesgo, menor será su deseo de exigir una parte significativa del objeto de negociación, dado que este conlleva una probabilidad positiva de que la negociación fracase. De esta manera, muy seguramente tal jugador estaría dispuesto a hacer importantes concesiones con tal de evitar el desacuerdo. Caso contrario ocurre con un agente amante del riesgo, en cuanto este sí estaría dispuesto a asumir riesgos considerables (como exigir una fracción considerable del objeto negociado), en lugar de conformarse con una ganancia pequeña, incluso a riesgo de que la negociación fracase.

Otros desarrollos en esta misma dirección han incluido algún tipo de asimetría adicional al juego, como la información disponible a cada jugador o algún otro tipo de poder de negociación exógeno. En general los resultados siguen siendo similares: la solución Nash de negociación penaliza al jugador más averso al riesgo y, en caso de que se presenten asimetrías de información, penaliza al jugador con una menor cantidad de información.

El planteamiento del problema por parte de Nash, así como la solución ofrecida, han generado un amplio campo de investigación en la interpretación y validez de los axiomas, y en la formulación de otras soluciones satisfaciendo propiedades diferentes. Sin embargo, el período inmediatamente posterior a la aparición de su trabajo en juegos de negociación, los esfuerzos de los teóricos en juegos estuvieron encaminados a otro objetivo: los juegos coalicionales.

Los Juegos Coalicionales

Los juegos coalicionales son aquellos juegos con dos o más jugadores donde sus interacciones cobijan la posibilidad de formación de coaliciones entre subconjuntos de ellos; es decir, a diferencia de los juegos de negociación, donde un acuerdo únicamente se alcanza a través de la unanimidad entre los participantes, en los juegos coalicionales el objeto de negociación puede repartirse si ciertos subconjuntos de jugadores alcanzan un acuerdo. De esta forma, en los juegos coalicionales no solo se busca reconocer el papel de los jugadores en la unanimidad, sino también el poder que estos tienen en la formación de coaliciones.

Se distinguen en la literatura dos caminos adoptados para el análisis de juegos coalicionales: juegos con pagos (o utilidad) transferible y juegos sin pagos transferibles. La diferencia radica en la especificación o no de los pagos al interior de cada coalición. Cuando hablamos de juegos con pagos transferibles, estamos diciendo que la función característica (o función de juego) especifica un número real para cada coalición posible; este número corresponde al pago que recibiría la coalición en caso de que llegara a formarse. Como dijimos previamente, *no se hace ninguna especificación acerca de cómo repartir tal pago entre los miembros de la coalición*.

En los juegos sin utilidad transferible, la función característica asigna un conjunto de vectores para cada coalición. Con estos vectores se especifican los pagos posibles para cada jugador en caso de que cada coalición llegara a formarse.

En el estudio del primer tipo de juegos (con utilidad transferible) aparece el concepto de *valor* (Shapley (1953)) capturando la idea de que cada jugador debe ser remunerado de acuerdo al valor esperado de su contribución marginal a todas las coaliciones de las que puede hacer parte. Seguidamente aparecerían otros conceptos-solución como el núcleo (Luce y Rafia (1957), Gillies (1959)), el kernel (Davis y Maschler (1965)) y el nucleolo (Schmeidler (1969)). De igual forma, se desarrolló el concepto de conjunto de negociación (Davis (1967)}), definido como el conjunto de asignaciones para las que no existen objeciones y contra-objeciones, por lo cual, en juegos de negociación pura (esto es, juegos donde se excluye la posibilidad de formación de coaliciones, diferentes a la gran coalición), coincide con la frontera de Pareto (ver Aumann (1985)).

Por su parte, en el estudio de juegos sin utilidad transferible, aparecerían extensiones del concepto de *valor* de los juegos con utilidad transferible (Harsanyi (1959), Harsanyi (1963), Shapley (1969)), así como otros conceptos-solución que incorporan criterios de equidad al interior de las coaliciones (Harsanyi (1973)). Más adelante en el tiempo, en esta misma línea de trabajo, aparecería el concepto de valor consistente de Maschler-Owen (Maschler y Owen (1989), (1992)).

Como dijimos, durante este período de tiempo no se prestó mayor atención a los juegos de negociación, salvo el desarrollo de algunos trabajos experimentales[4]. Vale la pena señalar que los resultados de estos trabajos no favorecerían a la propuesta de Nash como solución al problema de negociación[5]. Esta evidencia experimental junto a algunos problemas con el funcionamiento de la solución Nash de negociación generarían una amplia respuesta y nuevas propuestas como concepto-solución a este tipo de juegos.

Varias Respuestas a la Propuesta de Nash

Después de este período de tiempo dedicado principalmente al desarrollo de la teoría de juegos coalicionales, Kalai y Smorodinski (1975) regresan sobre el problema de negociación, y cuestionan la solución ofrecida por Nash, recurriendo, en particular, a la crítica recibida por el axioma de independencia de alternativas irrelevantes (uno de los incluidos en la solución de Nash), así como por los resultados contrarios mostrados por la evidencia experimental frente a la misma (ver Roth (1995a),(1995b)). De igual forma, cuestionan el hecho de que la solución Nash de negociación ofrezca resultados paradójicos ante situaciones en las que mejora la posición de uno de los jugadores en la negociación. Para un ejemplo de lo anterior consideremos la figura 3.

[4] Parte de estos trabajos aparece reseñada en Roth y Malouf (1979).

[5] Más adelante algunos expertos en economía experimenta establecerían que esto se debió a una inadecuada especificación de las condiciones de los juegos.

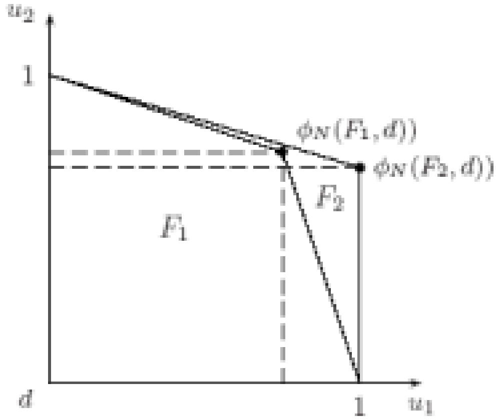

Figura 3: Problemas con la Solución Nash

Notemos que respecto a F_1, se puede considerar F_2 como una expansión del conjunto de negociación en favor del jugador 1. Notemos, sin embargo, que de acuerdo a la solución Nash de negociación, el jugador 1 recibe un pago más alto cuando el conjunto de negociación es F_2 que cuando es F_1, lo cual no parece un resultado razonable. Kalai y Smorodinski, entonces, proponen una única solución en la que se reemplaza el axioma de independencia de alternativas irrelevantes de la solución de Nash, por uno que sí cobije mejoramientos en la asignación de utilidad recibida por un agente cuando sus posibilidades de negociación se expanden.

Establecen que la solución a un problema clásico de negociación debería ser el punto que conecta el punto de desacuerdo con el punto "utópico" de la negociación, esto es, aquel punto donde cada agente obtiene la mayor ganancia posible. Desde luego esta última no es una asignación factible. Sin embargo es importante destacar un hecho: en la solución propuesta por Kalai y Smorodinski la relación de ganancias de los dos jugadores es igual a aquella que alcanzarían en el punto utópico. Un ejemplo de esta solución aparece en la figura 4.

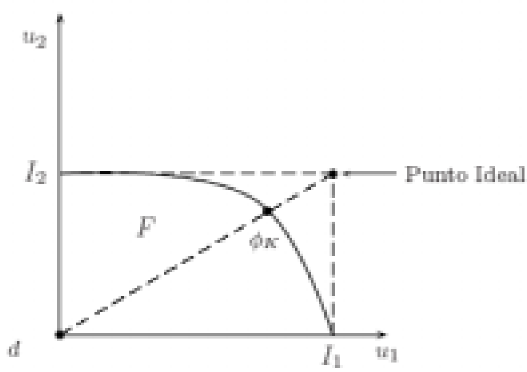

Figura 4: Solución Kalai-Smorodinski

En el caso que mostraron objetando la solución de Nash, la solución de Kalai y Smorodinski asigna puntos sobre la línea de 45º, ubicándose el correspondiente a F_2 al nororiente del correspondiente a F_1, lo que significa que, como era de esperarse, el jugador 1 incremente su pago gracias a la expansión favorable del conjunto de negociación.

Posterior a esta crítica, Kalai (1977) argumentaría que, en un proceso de negociación, los individuos realizan persistentes comparaciones interpersonales de utilidad, razón por la cual las soluciones propuestas deben satisfacer este hecho. Así, propone una solución en la que las ganancias de la negociación deben repartirse de forma igualitaria, independientemente del poder de negociación de los agentes, de su actitud frente al riesgo, o de cualquier otro aspecto que pudiera afectar los resultados en la solución de Nash. Argumenta que esta posición se diferencia de la de Harsanyi (1977), en el sentido de que este último aboga por una maximización de la suma de las utilidades de los individuos, y destaca la relación entre esta solución y la propuesta de Rawls (1971) según la cual en cada estado se debe buscar la asignación que maximice el bienestar del individuo peor ubicado en la sociedad (Ver figura 5). Esta situación conlleva una distribución igualitaria de la riqueza.

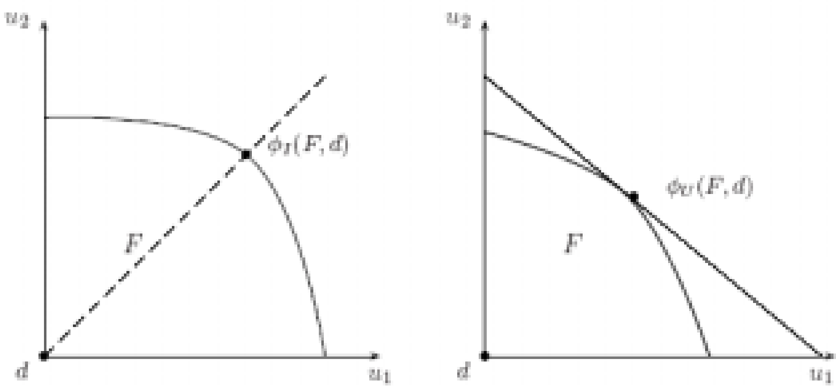

Figura 5: Soluciones Igualitaria y Utilitaria

Hay un aspecto que es importante señalar respecto a la solución igualitaria y es que, para su construcción, Kalai recurre a la condición de *invarianza ante descomposiciones del proceso de negociación en etapas*; es decir, el resultado de la negociación debe ser el mismo, independientemente de que se negocie de una sola vez el objeto total, o de si después de que este haya sido particionado, se realiza la negociación por etapas y cada parte del objeto se negocia en una etapa diferente del proceso, en donde cada acuerdo alcanzado representa el *status quo* de la siguiente etapa. Posiblemente esta haya sido la primera vez que aparece un análisis teórico comparando la negociación de un objeto en una sola etapa frente a la posibilidad de que este sea fraccionado y cada parte sea negociada en etapas diferentes. Más adelante volveremos sobre este punto.

Posteriormente se desarrollarían otras soluciones de negociación atacando diverso tipo de problemas; es así como aparecen las soluciones dictatoriales, solución discreta de Raiffa, la solución Perles-Maschler, la solución de igual área y las soluciones de Yu, por solo mencionar unas pocas. Para un listado exhaustivo de este tipo de soluciones así como su análisis, ver Thomson (1994).

Los Modelos de Ofertas Alternadas: Stahl (1972), Rubinstein (1982)

Otra vertiente del problema de negociación, iniciada con los trabajos de Stahl (1972) y seguidos por Rubinstein (1982), se fundamenta en un escenario no-cooperativo donde los agentes vinculados a la negociación realizan ofertas y contraofertas hasta llegar a algún acuerdo (equilibrio de Nash perfecto en subjuegos (Selten (1975)), en condiciones donde el tiempo que transcurre en la negociación y la paciencia de los jugadores juegan un papel importante. Este acuerdo resulta estar, bajo condiciones apropiadas, muy cerca de la solución Nash de negociación.

Los modelos cooperativos de negociación que describimos previamente, al no hacer explícita la forma en que se desarrolla la negociación entre los agentes, no permiten entender cómo se alcanza el acuerdo prescrito. Stahl (1972) y Rubinstein (1982) abordaron este problema asumiendo un juego secuencial en el que, en cada etapa, le correspondía a uno de los jugadores el turno de proponer alguna repartición del objeto en cuestión, e inmediatamente el otro debería decidir entre aceptar o rechazar tal propuesta; en caso de que alguna oferta fuera aceptada el juego terminaba, mientras que si un jugador rechazaba una oferta, sería su turno de hacer una contraoferta; el juego continuaba, entonces, hasta alcanzar un acuerdo, o se jugaba infinitamente a través de sucesivos desacuerdos.

Ilustremos este tipo de juegos con un ejemplo sencillo. Consideremos que dos agentes, 1 y 2, están decidiendo cómo repartir una unidad monetaria. Los dos agentes descuentan el futuro a una tasa $\delta \in (0,1)$. De esta forma \$1 mañana es equivalente a \$$\delta$ hoy. Digamos que en la primera etapa el jugador 1 debe hacer una oferta al jugador 2, el cual, a su vez, debe decidir si acepta o no la oferta recibida. En caso de que el jugador 2 acepte, la repartición propuesta se lleva a cabo y el juego termina. En caso de que el jugador 2 no acepte, debe hacerle una contraoferta al jugador 1. La negociación debe llevarse a cabo en un número T de etapas que, sin pérdida de generalidad, asumimos par, es decir, en caso de que no se alcance un acuerdo en tal etapa T, ambos jugadores reciben un pago igual a cero. Solucionemos, entonces, por inducción hacia atrás.

Como *T* es par el jugador 2 es el último en proponer una repartición[6]. Dado que el objeto de la negociación pierde valor conforme el tiempo pasa, en la etapa *T* la cantidad de dinero a ser negociada es δ^{T-1}. Si el jugador 1 no acepta la oferta del jugador 2, su pago es cero (por ser la última etapa), luego el jugador 2 le ofrece tal pago, se queda con todo el objeto de la negociación (δ^{T-1}) y el jugador 1 sería indiferente entre aceptar y no hacerlo[7]. Así pues, los pagos serían (,0). Sin embargo, como el jugador 1 sabe esto, en la etapa *T*-1, cuando es su turno de realizar una oferta, podría anticiparse a este resultado y ofrecerle al jugador 2 lo mismo que obtendría en caso de que el juego llegara a la última etapa, y evitar el costo de que el juego avance; de esta forma, los pagos serían (, (1-)). Podemos continuar con este mismo razonamiento hasta la primera etapa donde encontraríamos que la oferta del jugador 1 sería

$$(1-\delta+\delta^2-\cdots-\delta^{T-1}, \delta^{T-1}(1-\delta+\delta^2-\cdots+\delta^{T}))$$

Haciendo T suficientemente grande y simplificando estas expresiones encontramos que la oferta del jugador 1 en la primera etapa sería igual a

$$\left(\frac{1}{1-\delta}, \frac{\delta}{1-\delta}\right)$$

Notemos, entonces, que en este modelo el primer jugador en ofrecer se ve favorecido sobre su oponente, obteniendo, desde luego, una mayor parte del objeto a ser negociado. Los resultados no cambian si el número límite de etapas es impar.

Rubinstein (1982) analiza el caso general y encuentra que, en el equilibrio existe un único par de acuerdos eficientes (x^*,y^*) para los cuales

$$\begin{aligned} \delta_1 u_1(x^*) &= u_1(y^*) \\ \delta_2 u_2(y^*) &= u_2(x^*) \end{aligned}$$

donde es la tasa de descuento del jugador *i* y $u_i(h)$ es la utilidad que el jugador *i* obtiene en el acuerdo *h*. Resulta inmediato ver que este resultado en el caso de funciones de utilidad lineales que vimos anteriormente asigna los pagos:

$$\left(\frac{1-\delta_2}{1-\delta_1\delta_2}, \frac{\delta_2(1-\delta_1)}{1-\delta_1\delta_2}\right)$$

Algunas conclusiones se pueden extraer de este resultado. Si los factores de descuento son iguales para ambos jugadores, obtenemos nuevamente el resultado del modelo de Stahl si el número límite de etapas en el que éste se desarrolla es suficientemente grande; al igual que antes, el jugador que ofrece primero saca

[6] Lo único que cambia al considerar un número límite de etapas impar es que para empezar el análisis por inducción hacia atrás, el jugador 1 sería el último en proponer.

[7] Para evitar complicaciones podemos decir que el jugador 2 le ofrece a 1 una porción suficientemente pequeña de la cantidad de dinero restante, con lo cual este acepta.

mayor partido de la negociación. Si mantenemos la diferencia en los factores de descuento, al depender la ganancia de cada uno de ambas tasas de descuento, por ejemplo, cuando el jugador 2 es muy impaciente ($\delta_2 \rightarrow 0$), el jugador 1 obtiene una mayor parte del objeto. En general, la ganancia de cada uno de los jugadores es creciente en su factor de descuento (tasa de impaciencia) y decreciente en el factor de descuento de su rival.

Por otro lado, observemos que en el caso en que $\delta_1 = \delta_1 = 1$ la solución de negociación es indeterminada; es decir, si ninguno de los jugadores considera costoso el proceso de negociación (ofertas y contraofertas) no se puede concluir nada acerca de un acuerdo, salvo que los jugadores permanecerían regateando indefinidamente. Sin embargo, resulta natural asumir $\delta < 1$ para ambos jugadores, aunque seguramente, diferentes entre si. En una guerra, por ejemplo, es preferible alcanzar un acuerdo hoy que el próximo año, ya que a medida que pasa el tiempo las pérdidas humanas y materiales se hacen mayores. De igual forma, al interior de una empresa, es preferible detener la huelga cuanto antes ya que el paso del tiempo perjudica a empresarios y trabajadores indiscriminadamente. Luego la solución al problema que existe cuando a ambas partes les cuesta negociar estará determinada por la relación entre los factores de descuento de estas. En conclusión, *la negociación "penaliza" la impaciencia y "premia" al primero en ofrecer*.

El Programa Nash

Posterior a la aparición del modelo de ofertas alternadas de Rubinstein aparecen, una serie de trabajos encaminados a justificar las soluciones cooperativas de negociación a través de equilibrios de juegos no-cooperativos; esto es lo que se conoce como *el programa Nash* (Binmore y Dasgupta (1987)). Así, por ejemplo, se puede mostrar que bajo condiciones bastante regulares la solución al modelo de ofertas alternadas de Stahl y Rubinstein se ubica suficientemente cerca de la solución Nash de negociación del juego cooperativo equivalente. Este hecho da un soporte mucho mayor a este tipo de soluciones cooperativas ya que se aproxima a dar una explicación del mecanismo (juego no-cooperativo) a partir del cual podrían surgir las mismas. Esto es destacable ya que, en muchas ocasiones, las críticas a los conceptos solución de los juegos cooperativos (o coalicionales) se basa en su carácter normativo y en el hecho de no preocuparse por los "procesos" a partir de los cuales estas soluciones aparecen. La solución Nash de negociación es solo un caso más de este tipo de situaciones.

Para otro tipo de soluciones Hart y Mas-Colell (1996), por ejemplo, plantean un modelo de negociación multilateral en el que, en cada etapa, alguno de los jugadores, aleatoriamente escogido, debe proponer una repartición del objeto en cuestión; en caso de que tal propuesta sea aceptada por todos los jugadores, la repartición es llevada a cabo; en caso contrario, existe una probabilidad fija de que el jugador proponente sea retirado del juego. En tal escenario se obtiene como resultado el valor de Shapley en juegos con utilidad transferible; el valor consistente de Maschler-Owen en juegos con utilidad no-transferible; y la solución Nash de negociación en juegos de negociación pura[8]. Para la implementación de otro tipo de soluciones cooperativas ver, por ejemplo, Vidal-Puga (2003).

Modelos Evolutivos de Negociación

En los modelos comentados hasta este momento se encuentra implícito el supuesto de racionalidad de los jugadores; esto es, los agentes maximizan alguna función objetivo tipo von Neumann-Morgenstern. Esto implica, por ejemplo, que en aquellos casos donde el juego se lleva a cabo a través de diferentes etapas (como en los modelos de ofertas alternadas) cada jugador es consciente de toda la trayectoria posible del juego y, conociendo la racionalidad de su oponente, elige el curso de acción que le genera los pagos más altos. Podrían cuestionarse, entonces, los resultados ofrecidos por la teoría, atacando el supuesto base de estos modelos: la racionalidad. Sin embargo, los trabajos en el área desarrollados en los últimos años, muestran una destacable consistencia de toda esta agenda de trabajo.

La teoría de juegos evolutivos, prescinde del supuesto de racionalidad, y tiene en cuenta que los resultados de cierto tipo de interacciones que aparecen como equilibrios de algunos juegos, se alcanzan a partir de mecanismos tipo ensayo y error más que a partir de procesos de maximización de agentes *hiperracionales*. Uno de los logros de la teoría de juegos evolutivos ha sido dar ciertas luces sobre la selección de equilibrios en escenarios donde la multiplicidad de estos impide a la teoría clásica establecer predicciones específicas.

Binmore, Samuelson y Young (2003) llevan el problema de negociación a este contexto con el propósito de observar los equilibrios que "emergen" en este tipo de situaciones, y mostrar su relación con otros modelos de negociación. En su modelo proponen tres escenarios de negociación caracterizados a partir de juegos no-cooperativos. Estos escenarios funcionan de la siguiente manera:

Juego de la Demanda de Nash: En este escenario cada jugador tiene un conjunto de estrategias correspondientes a sus demandas posibles en un problema de negociación; en caso de que el resultado demandado sea *factible*, los jugadores reciben sus demandas, en caso contrario reciben cero.

Juego de la Demanda de Nash "Suavizado": Este juego es similar al juego de la demanda de Nash, con la salvedad de que en caso de que el acuerdo sea ineficiente los jugadores se repartirán la fracción restante del objeto de acuerdo a su poder de negociación.

Juego del Contrato: A diferencia de los escenarios anteriores, en este juego, en caso de que las demandas de los jugadores no coincidan *exactamente* con el

[8] El valor consistente de Maschler-Owen es el vector de valores esperados de las contribuciones marginales de cada jugador a las coaliciones que puede integrar, en juegos con utilidad no-transferible y donde no se asume la formación de la gran coalición (ver Maschler y Owen (1989), (1992))

objeto negociado, los pagos que obtiene cada uno son iguales a cero.

Podemos ver, entonces, que en el juego del contrato hay un riesgo más alto de que los jugadores obtengan un pago igual a cero. El juego de la demanda de Nash suavizado, por su parte, permite que los jugadores obtengan un mayor beneficio. Dado que los jugadores hacen sus elecciones de acuerdo a algún tipo de proceso de aprendizaje, Binmore, Samuelson y Young (2003) proponen dos tipos de dinámicas de ajuste ante las exigencias realizadas. En una de ellas, en cada etapa, los jugadores eligen la mejor-respuesta ante la elección de su oponente en la etapa anterior (mejor-respuesta continua). En la otra, cada jugador intenta hacerlo pero existe una probabilidad positiva de que se equivoque en su intento (mejor-respuesta aleatoria).

Aplican los dos tipos de dinámicas a los tres escenarios de negociación mencionados y encuentran lo siguiente: para los tres escenarios, bajo la dinámica de mejor-respuesta continua, la única solución estocásticamente estable[9] es la solución Nash de negociación asimétrica. Por su parte, bajo la dinámica de mejor-respuesta aleatoria, los resultados se mantienen salvo en el juego del contrato, donde la solución Kalai-Smorodinski constituye el único estado estocásticamente estable.

El resultado encontrado es bastante útil para aquellos modelos que utilizan algunas de las soluciones clásicas (cooperativas) de negociación: *la solución que emerge en problemas de negociación es la solución ofrecida por Nash, y este resultado es independiente de la racionalidad de los jugadores. Sin embargo, si existe un riesgo alto de que los jugadores reciban un pago de cero y existe alguna probabilidad positiva de que los jugadores se equivoquen al revisar sus estrategias, la solución que emerge es la ofrecida por Kalai y Smorodinski.*

Negociación Gradual y Agenda de Negociación

Recordemos que la solución propuesta por Kalai para atacar problemas clásicos de negociación recurre al axioma de invarianza ante descomposiciones del proceso de negociación en etapas que, decíamos, establece la indiferencia entre negociar un objeto en su totalidad frente a la posibilidad de que este sea negociado por etapas. A partir de allí, se podría pensar en el surgimiento de una variante frente al tratamiento clásico de los problemas de negociación, reconociendo que estos no son procedimientos que determinen como solución una única situación, sino que son *procesos que se llevan a cabo a través de varias etapas*. Así, un procedimiento diferente al clásico para el desarrollo de un problema de negociación, consiste en subdividir el objeto total de la negociación en varias partes con el ánimo de evitar un cese en el proceso; en negociar tales partes de forma individual y

[9] Se dice que un estado es estocásticamente estable si se alcanza independientemente de las condiciones iniciales del modelo cuando las probabilidades de mutación son suficientemente pequeñas.

secuencial; en establecer los acuerdos alcanzados como puntos de desacuerdo para etapas posteriores; y en continuar hasta agotar el objeto total de la negociación. De forma más sencilla, el procedimiento consiste en definir una *agenda de negociación* que contemple todos los puntos a ser negociados, y establecer acuerdos sobre cada uno de estos por aparte, con la condición de que llegado cierto punto, si no se logra alcanzar un acuerdo, se tiene como resultado del proceso el acuerdo alcanzado hasta el punto inmediatamente anterior al que generó el cese de las negociaciones.

La principal ventaja de particionar un problema de negociación consiste en facilitar la implementación de la solución a través de una reducción del riesgo de que fracase el proceso. A este respecto, Axelrod (1984) escribía:

> "...por ejemplo, un tratado de control de armamentos o de desarme podría ser descompuesto en muchas etapas intermedias; ello permitiría a las dos partes negociadoras ir avanzando con pasos relativamente pequeños en lugar de tener que dar uno o dos pasos grandes decisivos... si ambas partes supieran que a un paso impropio de la otra, se puede responder con la decisión recíproca en la fase siguiente, *ambas partes tendrían más confianza en que el proceso funcionará como está previsto*" p. 128-129. (Cursivas propias)

y, de forma específica, agregaba:

> "el tener que dar muchos pasos pequeños ayudará más a promover la cooperación, que tener que dar solamente uno o dos muy importantes."

En la misma dirección, refiriéndose a la importancia de los acuerdos parciales en la generación de confianza, hace ya más de cuarenta años Schelling (1960) escribía:

> "Si se consigue concluir cierto número de acuerdos, cada una de las partes puede estar dispuesta a arriesgar una pequeña inversión con el fin de crear una tradición de confianza. La finalidad perseguida es permitir que cada parte demuestre que comprende la necesidad de confianza y que sabe que la otra la comprende también. Así, si se tiene que negociar sobre un asunto importante, puede resultar necesario buscar y negociar otras cuestiones secundarias para ``practicar''; para establecer la confianza necesaria de cada una de las partes en que la otra comprende el valor a largo plazo de la buena fe. Aún cuando no vaya a repetirse la situación en el futuro, cabe la posibilidad de crear una situación equivalente dividiendo la cuestión sujeta a negociación en partes consecutivas" p. 62.

No obstante la importancia de los problemas de negociación por etapas y su cercano referente en negociaciones reales, este enfoque ha recibido muy poca atención por parte de la literatura internacional. Wiener y Winter (1999) y O'Neill, Samet, Wiener y Winter (2004) llaman la atención sobre la prolífica discusión acerca de las soluciones estáticas (clásicas) de negociación, frente al corto camino recorrido en el análisis de problemas de negociación en los cuales *el conjunto de negociación se expande gradualmente*; es decir, problemas de negociación en los cuales previamente se ha establecido una agenda. En su modelo, proponen expansiones graduales del conjunto de negociación, donde, como dijimos, el acuerdo alcanzado en cada etapa actúa como el punto de desacuerdo para la etapa siguiente. Recurren a varios "esquemas de arbitraje" sobre la repartición de la nueva fracción disponible del objeto de negociación; algunos de estos son *Nash en cada etapa, por turnos, aleatorio, etc*. Para algunos ejemplos, ver figuras 6 y 7[10]

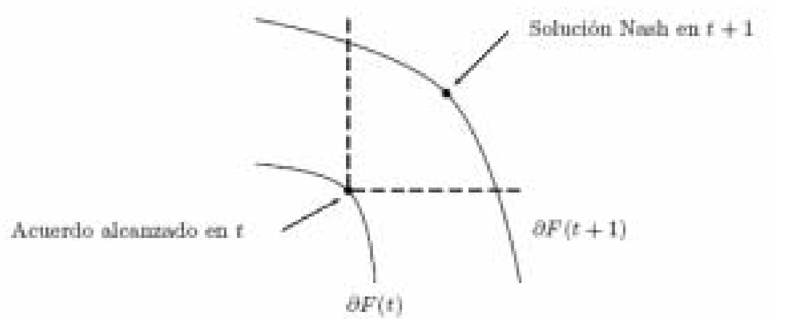

Figura 6: Esquema de Arbitraje "Nash en cada etapa"

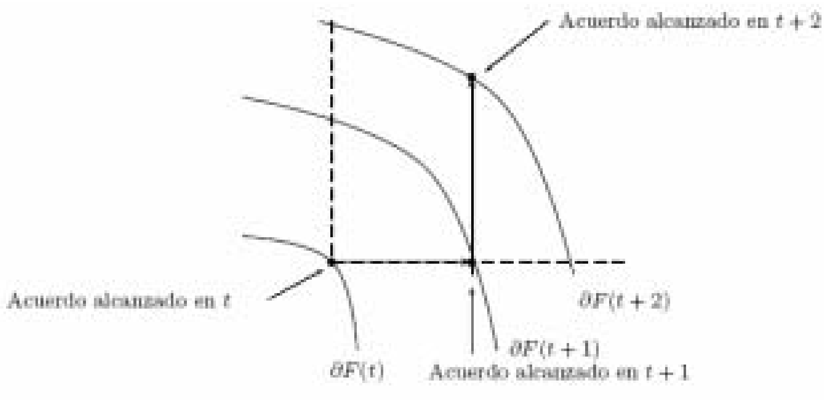

Figura 7: Esquema de Arbitraje "por Turnos"

[10] En estas dos figuras "F(t) representa la frontera del conjunto de negociación en la etapa *t*.

O'Neill, Samet, Wiener y Winter (2004) muestran que, independientemente del esquema de arbitraje al que se recurra, siempre y cuando las expansiones del conjunto sean lo suficientemente pequeñas, aparece una única trayectoria de solución. Esta trayectoria está determinada por la única solución a la ecuación diferencial que iguala la relación entre las utilidades de los jugadores, al cociente entre las derivadas parciales de la ecuación que determina el conjunto de negociación en cada etapa. De acuerdo a esta solución gradual de negociación, en cada etapa la repartición del objeto de la negociación favorece al jugador *más necesitado*, donde el grado de necesidad se determina por la relación marginal de sustitución entre la utilidad de los dos jugadores. Resulta importante destacar la diferencia entre la solución Nash de negociación y la solución Nash gradual: *esta última favorece al jugador más necesitado, mientras la primera favorece al más dispuesto a asumir riesgos*.

Sin embargo, respecto a la solución de su modelo en el cual la *agenda* se considera exógena, los mismos autores afirman:

> "...surgen, desde luego, importantes preguntas con respecto a la agenda. El resultado final de la negociación depende de la forma en que el pastel grande sea partido en pequeños pedazos."(Wiener y Winter (1999), p. 3)

Es decir, los resultados del proceso podrían cambiar dependiendo de la forma en que se estructure la agenda. En este sentido, un problema relevante para la teoría de juegos de negociación consiste en hacer endógena la agenda del mismo.

Un Modelo con Agenda Endógena

Al descomponer un problema de negociación en varias etapas, resulta usual encontrar que la agenda no se establece de forma previa o, de ser así, tal agenda es susceptible de ser modificada conforme avanza el proceso. Resulta natural pensar que las ofertas, exigencias y acuerdos que se llevan a cabo en etapas posteriores de la negociación, estarán fuertemente relacionados con aquellos alcanzados en etapas previas. Puede ocurrir que a medida que avanza el proceso una de las partes se haga más fuerte, lo que la llevará a exigir más en cada etapa o, por el contrario, que el proceso mismo se encargue de igualar a las partes, de tal forma que aquella que sea más beneficiada en las primeras etapas deba ceder en las etapas posteriores. Así, es claro que existe la posibilidad de que se generen rendimientos crecientes, decrecientes o constantes a escala durante la negociación. De esta forma, para hacer una aproximación a una forma de modelar la agenda de negociación es necesario reconocer el proceso de negociación como uno en el cual las partes enfrentan condiciones cambiantes, determinadas parcialmente por el azar, y por la historia misma del proceso, en el cual ciertas posiciones de las partes pueden tomar más fuerza conforme las etapas avanzan[11].

En Arévalo (2003) se presenta un modelo en el que la agenda de negociación se considera como un proceso trayectoria-dependiente[12] para estudiar procesos con rendimientos crecientes a escala}. Analizando el caso con dos agentes neutrales al riesgo, allí se concluye que, si bien fraccionar el objeto de negociación en fragmentos grandes o pequeños no afecta los resultados de largo plazo, la negociación de fragmentos pequeños reduce la probabilidad de que cese la negociación en las primeras etapas del proceso. De igual forma, el papel de un mediador facilita el desarrollo de la negociación en tanto su postura no favorezca a ninguna de las partes.

Estos resultados (en particular, la conveniencia de negociar pequeños fragmentos en cada etapa) contrastan con los de Flamini (2002) quien, describiendo las preferencias de cada jugador sobre posibles agendas, señala que un jugador referirá dejar el asunto más importante de su oponente para el final de la lista de asuntos a negociar, con el fin de discutir primero los aspectos que él considera más importantes. Los resultados de los dos modelos coinciden al considerar asuntos urgentes/difíciles, en el sentido de que un desacuerdo respecto a estos puede comprometer el proceso de negociación. Para tales asuntos, Flamini muestra que es Pareto-eficiente postponer su negociación para el final.

Vale la pena señalar que el tema de la endogenización de la agenda de negociación se encuentra apenas en sus inicios, por lo que estos resultados todavía podrían considerarse preliminares. Trabajos con otro tipo de dinámicas, al igual que con diversas posibilidades respecto al comportamiento de los agentes en cuanto a su preferencia por el riesgo y la forma en que esta cambia conforme la negociación avanza, pueden dar más luces sobre esta nueva área de investigación.

Un Comentario Final

Como se pudo observar a través de este escrito, son diversas las aproximaciones al problema de negociación antes y después de la aparición de la teoría de juegos. La distinción entre las soluciones normativas y las positivas, y el soporte que los modelos evolutivos y no-cooperativos dan a las soluciones iniciales de los modelos cooperativos, son tan solo una muestra del potencial de esta herramienta para el análisis de reales problemas de negociación.

Actualmente algunos autores encaminan sus esfuerzos a la modelación de la agenda de negociación con miras a entender qué tipo de estructuración de esta

[11] Por ejemplo, Schelling (1960) destaca la importancia de los acuerdos iniciales en un proceso de negociación con una frase usual en este tipo de situaciones:”Si cedo ahora, usted revisará su opinión acerca de mí para nuestras futuras negociaciones; para defender mi reputación ante usted, debo mantenerme firme”. p.45

[12] Para esto se recorre a la metodología de Arthur, Ermoliev, y Kaniovski (1983), (1987).

permite alcanzar mejores resultados para las partes. Algunas preguntas como "¿ceder mucho al principio para generar confianza o ceder poco para mostrar fortaleza?", así como "¿negociar primero lo importante para pasar rápidamente a lo trivial o empezar con lo trivial para tener una mayor preparación al negociar lo importante?" permanecen aún abiertas. Atacar estas preguntas es, tal vez, el camino que nos permita establecer mejores condiciones para la estructuración de todo tipo de problemas de negociación.

Bibliografía

ARTHUR, B., Y. ERMOLIEV, y Y. KANIOVSKI (1983): "The Generalized Urn Problem and Its Application," Cybernetics, 19, 61–71.

(1987): "Path Dependent Processes and the Emergence of Macrostructure," European Journal of Operations Research, 30, 394–303.

ARÉVALO, J. (2003): "Gradual Nash Bargaining with Endogenous Agenda: A Path- Dependent Model," Colombian Economic Journal, Próxima Publicación.

AUMANN, R. (1987): "Game Theory," En: The Palgrave: Dictionary of Economics, Eatwell et al (eds.), 2.

AXELROD, R. (1984): La Evolución de la Cooperación. Alianza Editorial.

BINMORE, K., y P. DASGUPTA (1987): The Economics of Bargaining. Oxford: Basil Blackwell.

BINMORE, K., L. SAMUELSON, y P. YOUNG (2003): "Equilibrium Selection in Bargaining Models," Games and Economic Behavior, 45, 296–328.

DAVIS, M. (1967): "Existence of Stable Payoff Configurations for Cooperative Games," In: Shubik (1967).

DAVIS, O., y M. MASCHLER (1965): "The Kernel of a Cooperative Game," NRLQ, (12), 223–259.

EDGEWORTH, F. Y. (1881): Mathematical Psychics. Kegan P. London; New York: A.M. Kelley 1967.

FLAMINI, F. (2002): "First things first? The Agenda Formation Problem for Multiissue Committees," Department of Economics, University of Glasgow.

GILLIES, D. (1959): "Solutions to General Non Zero Sum Games," AnMS, (40), 47–85.

HARSANYI, J. (1959): "A Bargaining Model for the Cooperative N-person Game," In: Tucker y Luce(1959).

(1963): "A Simplified Bargaining Model for the N-person Game," International
Economic Review, 4, 194–220.

(1973): "Games with Randomly Distributed Payoffs: A New Rationale for Mixed-Strategy Equilibrium Points," International Journal of Game Theory, 23.

(1977): Rational Behavior and Bargaining Equilibrium in Games and Social Situations. Cambridge University Press.

HART, S., y A. MAS-COLELL (1996): "Bargaining and Value," Econometrica, 64(2), 357–380.

KALAI, E. (1977): "Proportional Solution to Bargaining Problems: Interpersonal Utility Comparisons," Econometrica, 45, 1023–1030.

KALAI, E., y M. SMORODINSKI (1975): "Other Solutions to Nash´s Barganing Problem," Econometrica, 43, 513–518.

LUCE, D., y H. RAIFFA (1957): Games and Decisions. John Wiley and Sons, New York.

MASCHLER, M., y G. OWEN (1989): "The Consistent Shapley Value for Hyperplane Games," International Journal of Game Theory, 18, 389–407.

(1992): "The Consistent Shapley Value for Games Without Side Payments," Rational Interaction, R. Selten (Ed.), pp. 5–12.

MONSALVE, S., y J. ARÉVALO (2004): Un Curso en Teoría de Juegos Clásica. Universidad Externado de Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

NASH, J. F. (1950): "The Bargaining Problem," Econometrica, 18, 155–162.

O´NEILL, B., D. SAMET, Z. WIENER, Y E. WINTER (2004): "Bargaining with an Agenda," Games and Economic Behavior, Forthcoming.

PIGOU, A. (1905): Principles of Methods of Industrial Peace. London and New York: MacMillan.

RAWLS, J. (1971): A Theory of Justice. Oxford University Press.

ROTH, A. (1995a): "Bargaining Experiments," En Kagel y Roth (Eds.).

(1995b): "Introduction to Experimental Economics," En Kagel y Roth (Eds.).

ROTH, A., y M. MALOUF (1979): "Game-Theoretic Models and the role of Information in Bargaining," Psychological Review, 86, 574–594.

RUBINSTEIN, A. (1982): "Perfect Equilibrium in a Bargaining Model," Econometrica, 50, 97–110.

SCHELLING, T. (1960): The Strategy of Conflict. Harvard University Press.

SCHMEIDLER, H. (1969): "The Nucleolus of a Characteristic Function Game," Journal of Applied Mathematics, (17), 1163–1170.

SELTEN, R. (1975): "Reexamination of the Perfectness Concept for Equilibrium Points in Extensive Games," International Journal of Game Theory, 4, 25–55.

SHAPLEY, L. (1953): A Value for n-person Games.Contributions to the Theory of Games II, Kuhn, H., Tucker, A. Princeton University Press.

(1969): "Utility Comparisons and the Theory of Games," En La D´ecision, Editions du CNRS, Paris, pp. 251–263.

STAHL, I. (1972): Bargaining Theory. Economics Research Institute at the Stockholm School of Economics.

THOMSON, W. (1994): "Cooperative Models of Bargaining," Handbook of Game Theory, II.

VIDAL-PUGA, J. J. (2003): "A Bargaining Approach to the Consistent Values for NTU Games with Coalition Structure," Forthcoming, University of Vigo.

WIENER, Z., Y E. WINTER (1999): "Gradual Nash Bargaining," Forthcoming.

ZEUTHEN, F. (1930): Problems of Monopoly and Economic Warfare. London: Rontledge & Kegan Paul;New York: A.M. Kelley.