

1. Jugando juegos con el Derecho¹

Franklin Fisher decía en 1989 que *Teoría de los juegos se convirtió en el instrumento de moda de los teóricos en economía. Ese ascendente parece haberse completado. Brillantes teóricos jóvenes hoy en día tienden a pensar en todos los problemas en términos de teoría de los juegos.... Cada departamento siente que necesita al menos un teórico de juegos o al menos un teórico que piense en términos de teoría de los juegos.... El campo parece estar en una emocionante etapa de efervescencia.*

(Franklin M. Fisher, [Games Economists Play: A Noncooperative View](#), 1989).

El cambio dramático en la metodología de los economistas se deriva de una serie de avances en la capacidad de modelar juegos dinámicos con información asimétrica e incompleta. Los economistas ahora pueden analizar en forma manejable modelos complicados (o "juegos") en que los individuos ("jugadores") están inciertos o desinformados. Estos avances han permitido a los economistas aplicar la "nueva" teoría de los juegos a varios aspectos estratégicos, desde la quiebra a la negociación de los cargos y las "carreras" de patentes. La realidad de la academia económica de hoy en día es que no se puede "hacer" teoría microeconómica sin ser capaz de modelar y resolver juegos económicos: estar bien formado en la literatura de teoría de los juegos constituye simplemente un requisito previo.

Es hora de que amigos y enemigos del Derecho y Economía presten atención a estos acontecimientos. Si la historia se repite, el paradigma hoy dominante de la economía es probable que influya sobre la doctrina jurídica de mañana. Al igual que la hipótesis de los mercados eficientes de capital ha venido a influir sobre nuestras concepciones actuales de la legisla-



Ian Ayres [Carrots and Sticks: Unlocking the power of incentives](#) 15m



Eric Bennett Rasmusen [Homepage at Indiana Univ.](#) [Classroom games](#)

¹ Adaptado de Ian Ayres, 1990. [Playing Games with the Law](#). Ésta es una revisión de Eric Rasmusen, [Games and Information: An Introduction to Game Theory](#), [1989] 4th edition (2006), del cual luego se leerá una parte.

ción corporativa - como quedó demostrado, por ejemplo, en la reciente aceptación por parte de la Corte Suprema de la teoría de los valores y el "Fraude en el Mercado" ² la "nueva" teoría de los juegos bien puede infiltrarse en la futura erudición de Derecho y Economía.

Hasta ahora, sin embargo, los avances de teoría de los juegos han sido más lentos en difundirse en el razonamiento jurídico que otras contribuciones económicas. Por ejemplo, el modelo de precios de los bienes de capital, (*capital asset pricing model*) desarrollado a mediados de los años 1960s, ha logrado una aceptación mucho más amplia en la comunidad legal que dispone del modelado teórico de los juegos. Una explicación para esto es que la lenta difusión de nuevas técnicas de teoría de los juegos en cierto sentido representa una tecnología de investigación con altas barreras a la entrada. Incluso los juristas bien formados en derecho y economía han encontrado que es intimidante dominar nuevos conceptos como los "*equilibrios bayesianos perfectos*." Los aspectos excluyentes de aprender las nuevas técnicas de modelado también se han dejado sentir dentro de la profesión económica.

Aquí es donde entra el libro de Rasmusen. Rasmusen tiene éxito no sólo en hacer que teoría de los juegos resulte más comprensible, sino también en capacitar a los lectores a utilizar estas nuevas técnicas. En la jerga económica, Rasmusen tiene éxito en reducir los costos de los académicos que desean entrar en el campo. El libro seguramente se convertirá en la referencia estándar en teoría de los juegos y puede por sí mismo ser responsable de aumentar significativamente la velocidad de difusión de este nuevo modelado de "tecnología". Es probable que el texto de Rasmusen enseñe a la próxima generación de estudiantes cómo modelar juegos con información asimétrica e imperfecta. Algo similar opina Roger Myerson en la contratapa del libro: *Hubo una explosión de aplicaciones de teoría de los juegos en economía, especialmente en el ámbito de economía de la información en la última década. El libro de Rasmusen está bien posicionado como texto clave en este tipo de cursos.*

La contribución del libro es triple: se organiza y cataloga sintéticamente la extensa bibliografía sobre juegos con información imperfecta; simplifica los juegos y destila los puntos de vista de artículos pioneros; y, de forma más abstracta, se introduce a los lectores en el proceso de modelar y resolver los juegos. Las dos primeras contribuciones responden a una necesidad bien definida. Las versiones clarificadas de artículos importantes harán que leer y entender los originales sean más fáciles. Pero es en la consecución del objetivo final que el libro tiene éxito en verdad al convertirse en un manual del usuario. En su introducción, Rasmusen declara que "la forma eficiente de aprender cómo hacer investigación es empezar a hacerla, no leer sobre ello." En todo momento, el enfoque de Rasmusen "Vayamos, pues, tú y yo" invita al lector a participar en el proceso creativo de aplicación de las técnicas de teoría de los juegos a los problemas del mundo real.

La sencilla tesis de esta revisión es que los académicos legales pueden sacar provecho de dominar las ideas del nuevo enfoque informativo de teoría de los juegos, y que Juegos e Información es un excelente vehículo para la consecución de este dominio. A lo largo de los 1950s y 1960s, la economía se mantuvo en gran medida resistente al virus de teoría de los juegos.

² La causalidad de las transacciones puede establecerse en base a la teoría de mercado del fraude. Basado en gran medida en la decisión del Tribunal Supremo de Estados Unidos en [Basic v. Levinson](#), que la teoría sostiene que, "como la mayor parte de la información a disposición del público queda reflejada en el precio de mercado, por lo tanto, puede presumirse la confianza del inversionista en cualquier declaración pública falsa, a los efectos de una acción de la [Regla 10b-5](#)". Ver David Brodsky y Jeff Hammel, [The Fraud on the Market Theory and Securities Fraud Claims](#), 2003.

Pero la resistencia fue rota por la nueva teoría de los juegos informativos de los 1960s, hasta el punto de que teoría de los juegos ahora "parece estar tragándose a la microeconomía".

Los avances en el modelado de la información imperfecta y asimétrica que han hecho de teoría de los juegos una metodología dominante en microeconomía son aún más fundamentales para el análisis de cuestiones legales. La información asimétrica y el comportamiento estratégico ocupan el centro de un gran número de cuestiones de normativa jurídica. Por ejemplo, Rasmusen señala que "teoría de los juegos se adapta bien al modelado de tomas de control debido a que el proceso de toma de control depende de forma crucial de la información e incluye una serie de acciones y eventos marcadamente delineados". Este punto se aplica a una amplia clase de problemas legales. El derecho está lleno de ejemplos en los que un pequeño número de jugadores que tienen información privada adoptan estrategias para promover sus intereses bien definidos, y donde las normas de derecho sustantivas y de procedimiento especifican las "reglas del juego" a nivel muy detallado. No es de extrañar, entonces, que el libro de Rasmusen esté lleno de gran variedad de juegos legales, incluyendo, por ejemplo, sus modelos de litigios y arreglos, de agencia, de precios predatorios, y de cumplimiento regulatorio. Sin embargo, la doctrina jurídica ha quedado en gran parte ignorante de estos avances. Los artículos de las revistas jurídicas siguen sumidos descuidadamente en la "tecnología" de teoría de los juegos de los 1950s. Innumerables artículos vuelven a articular el dilema del prisionero, pero aún así pocos proceden a juegos bi-matriciales. Una búsqueda con LEXIS de artículos de revistas jurídicas revela muy pocos casos en que los autores hagan referencia al concepto de equilibrio de Nash -un requisito previo para resolver incluso el juego más simple.

Si bien muchos académicos pueden rechazar en última instancia un enfoque de teoría de juegos a las cuestiones legales, parece seguro predecir que el enfoque estará cada vez más encontrando su camino en el análisis legal. La crítica informada requerirá al menos un dominio rudimentario de sus técnicas. El libro de Eric Rasmusen está bien posicionado para satisfacer esta necesidad.

Esta revisión comienza bosquejando el método de utilización de teoría de los juegos para modelar problemas legales. A continuación se resumen las ideas centrales de teoría de los juegos con respecto a las amenazas "creíbles" y a información asimétrica, sobre todo derivando las implicancias para informar a los foros de política jurídica. Concluyo evaluando las fortalezas y debilidades del enfoque.

1.1 Reglas del Juego

A. *El arte del modelador*

El aparato pedagógico de Rasmusen es el componente más claro de su primer capítulo:

Teoría de los juegos, como será presentada en este libro, es una herramienta de modelado, no un sistema axiomático. La presentación de este capítulo no es convencional. En lugar de empezar con definiciones matemáticas.... vamos a empezar con una situación que debe ser modelada, y construir un juego paso a paso.

Se procede luego a exponer los tipos de decisiones que se deben tomar en el modelaje. Para establecer "las reglas del juego", los modeladores necesitan definir claramente:

- 1) los jugadores - personas que toman las decisiones;

- 2) el orden de juego y las acciones disponibles para cada jugador en cada punto en el juego;
- 3) la información disponible para los jugadores en el momento en que toman decisiones; y
- 4) los resultados y pagos para los jugadores que resultan de diferentes combinaciones de acciones.

Al andar el lector a través de una gran variedad de modelos, Rasmusen infunde un sentido del proceso de modelización en teoría de los juegos y muestra cómo definir sistemáticamente los elementos esenciales de cualquier juego.

Para construir un modelo simple de arreglo en los litigios civiles, por ejemplo, se puede seguir la lista de verificación para definir los elementos esenciales del juego. Un modelo simple de actos ilícitos, como mínimo, respondería a las siguientes preguntas:

¿Cuáles son los jugadores? ¿El juego consta de un acusado potencial y un potencial demandante, o hay varios demandantes que podrían presentar una demanda (contra varios acusados)? ¿Cuáles son las acciones y el orden de juego? ¿El juego comienza con la decisión de si los demandantes demandan (o se debe modelar la decisión de la parte demandada)?

Si el demandante entabla un pleito, ¿quién debe hacer la primera oferta de acuerdo? ¿Debemos permitir que la otra parte proponga una contraoferta? ¿Cómo debemos modelar el proceso de toma de decisiones del tribunal si el caso va a juicio? ¿Qué información tienen los jugadores? ¿Conoce cada jugador la probabilidad de ganar en el juicio? ¿Sabe cada jugador lo que el otro jugador sabe? ¿Cuáles son los resultados y los pagos? ¿Cómo se determinan los daños? ¿Cuáles son los honorarios legales de las partes, y en qué etapa del juego se incurre en ellos? ¿Son las partes adversas al riesgo?

Como ilustra este ejemplo, hasta los juegos más simples pueden presentar al modelador una multitud de alternativas. Rasmusen transmite una sensación de los "gustos" que prevalecen en la selección entre alternativas. En el modelado de la solución de litigios, por ejemplo, los modeladores pueden definir en detalle las diferentes estrategias de prueba (si el caso va a juicio). Pero Rasmusen argumenta a favor de una 'caja negra': tratar a los subcomponentes sin importancia de un modelo de modo superficial. Por lo tanto, al modelar juegos de arreglo entre las partes puede ser útil simplificar el proceso de litigio, centrándose únicamente en los aspectos interesantes previos al juicio. Caja negra es un aspecto de lo que Rasmusen llama "modelado sin grasa" - cuando el modelador busca "descubrir las hipótesis más simples necesarias para generar una conclusión interesante; el modelo más crudo, más elemental, que tiene el resultado deseado."

B. "Resolver" el juego

La modelización teórica de un juego consiste en definir las reglas del juego y luego en "resolver" el juego - derivar las mejores estrategias de cada jugador y el equilibrio que resultará si cada jugador se compromete a su mejor estrategia. Para resolver el juego, un modelador debe decidir lo que constituye un equilibrio de "mejores estrategias." Ese modelista debe elegir un concepto de equilibrio o solución. El concepto de solución más utilizada es el equilibrio de Nash. Un conjunto de estrategias es un equilibrio de Nash si ningún jugador tiene un incentivo para desviarse de su estrategia dado que los otros jugadores no se desvían. Un conjunto

de estrategias Nash será resistente a las desviaciones - y, por tanto, constituirá un equilibrio - ya que cada jugador no puede hacer nada mejor si los otros jugadores se conforman a su estrategia.

Rasmusen intenta a lo largo del libro transmitir una sensación del arte de modelización de un juego. El arte aparece no sólo en la definición del juego, sino también en "resolver" el juego. A menudo, el modelador debe proponer un conjunto de estrategias y luego comprobar si constituyen un equilibrio de Nash de mejores respuestas. En contraste con los métodos tradicionales para la resolución de los modelos microeconómicos (de maximización restringida), la metodología de teoría de juegos no es mecánica:

El modelador debe formular una conjetura de que una combinación de estrategias es un equilibrio antes de que se ponga a prueba [para ver si se trata de un equilibrio de Nash]. Algunos economistas se frustran mucho al enterarse de que no hay una forma general de obtener una estimación inicial. El enfoque de maximización [de la microeconomía tradicional] es tan sencillo, por el contrario, que podríamos dejar que un mono entrenado lo haga. Sólo hay que establecer una función de pago con algunas restricciones, tomar derivadas, y resolver las condiciones de primer orden. Ese enfoque es menos apropiado en teoría de los juegos.

Dado que puede haber una multitud de posibles estrategias, los teóricos de juegos necesitan desarrollar una intuición sobre qué conjunto de estrategias es probable que sean Nash. Por ejemplo, si los jugadores son idénticos en el sentido de tener información idéntica y tienen acciones disponibles idénticas, entonces a menudo es sensato buscar un equilibrio simétrico que consta de estrategias idénticas.

2. La Revolución de la Información

A. Modelización de Juegos dinámicos de información imperfecta

La nueva tecnología de modelización de los juegos es evidente incluso en el método de representación. La teoría de los juegos más antigua de los 1950s y 1960s utilizaba la representación en *forma normal*, mientras que los modelos de teoría de los juegos de los años 1970s y 1980s han representado cada vez más juegos mediante el uso de la *forma extensiva*. La forma de representación normal de un juego utiliza una matriz para relacionar las estrategias de los jugadores con los pagos del juego. Por ejemplo, consideren un juego de coordinación en el que dos jugadores pueden aumentar sus pagos individuales si coinciden con las estrategias. Tal juego se aplicaría, por ejemplo, para la votación acumulativa de directores corporativos en la que dos accionistas minoritarios tal vez deseen votar por los mismos candidatos para asegurar su elección. Supongan que los dos accionistas minoritarios, Smith y Jones, deben emitir su voto, sea para sí o para el otro. Smith vota en primer lugar. Si Smith y Jones dividen sus votos, pierden la elección, y cada uno recibe un pago de -1; si pueden coordinarse, ganan representación en el consejo y reciben una ganancia de + 1. Dado que Smith mueve primero, tiene que elegir una de dos estrategias [votar Smith] o [votar Jones]. Debido a que Jones vota en segundo término, su estrategia es contingente a toda la información a su disposición, particularmente sobre el candidato por el que votó Smith. De acuerdo con ello, Jones tiene que elegir entre cuatro estrategias posibles:

[si Smith vota Smith, votar Smith; si Smith vota Jones, votar Smith]

[si Smith vota Smith, votar Smith; si Smith vota Jones, votar Jones]

[si Smith vota Smith, votar Jones; si Smith vota Jones, votar Smith]

[si Smith vota Smith, votar Jones; si Smith vota Jones, votar Jones].

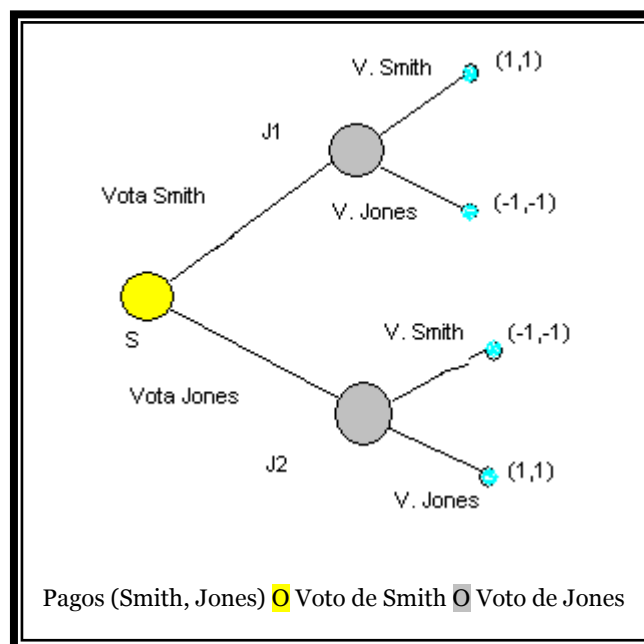
Este sencillo juego ahora se puede representar mediante la forma normal construyendo una matriz que relaciona las posibles estrategias de los jugadores con los pagos específicos:

TABLA I. VOTO DE LOS ACCIONISTAS JUEGO I
FORMA NORMAL

		Jones			
		[Smith-Smith]	[Smith-Jones]	[Jones-Smith]	[Jones-Jones]
Smith	[Smith]	(1, 1)	(1, 1)	(-1, -1)	(-1, -1)
	[Jones]	(-1, -1)	(1, 1)	(-1, -1)	(1, 1)

El mismo juego se puede representar mediante la forma extensiva mediante la construcción de un árbol de juego que detalla la secuencia de juego. Un árbol de juego consiste en una serie de nodos que son los puntos en el juego donde un jugador realiza una acción. Las diferentes acciones posibles se representan como líneas que irradian desde cada nodo. La acción del juego se suele representar de izquierda a derecha y los pagos están representados en los puntos extremos de la extrema derecha.

FIGURA I. VOTO DE LOS ACCIONISTAS JUEGO I
FORMA EXTENSIVA



La representación de la forma extensiva es superior a la representación matricial de la forma normal, ya que es mucho más fácil representar la información a disposición de los jugadores en nodos específicos, en el momento de tomar sus decisiones. Esta superioridad de la representación extensiva puede verse comparando las formulaciones anteriores del Juego del Voto de los Accionistas. Analizando la matriz de la forma normal, se puede ver que las estrategias

Smith juega [Jones] y Jones juega [Jones, Jones]

representan un equilibrio de Nash. Sin embargo, mediante la exploración de la representación de la forma extensiva, se comprueba una importante debilidad del concepto de equilibrio de Nash en juegos con acción secuencial. La estrategia de equilibrio de Jones requiere que Jones vote "Jones", aunque Smith vote "Smith" de antemano. En terminología de la forma extensiva, esta estrategia dicta que Jones debe votar "Jones" con independencia de que Jones se encuentre a sí mismo en el nodo J1 o J2. En el equilibrio propuesto, Jones siempre se encuentra a sí mismo en J2, por lo que su elección de hacer coincidir la votación de Smith votando también "Jones" es Nash. Este equilibrio es débil, sin embargo, porque si Jones se encontrase en J1, querría desviarse de la estrategia de equilibrio propuesta de la votación "Jones" (preferiría que coincidiera con el voto "Smith" de Smith). Esta debilidad ha provocado que los teóricos de juegos fortalezcan (y purifiquen) el concepto de solución de Nash con la seductora noción de "perfección", a la que volveremos más adelante.

La representación en forma normal (matriz) suprime la naturaleza dinámica del juego y la información que se revela a medida que el juego es jugado. En el juego del Voto de los Accionistas, la representación en forma normal hace que sea más difícil analizar cómo el conocimiento de Jones de la votación de Smith afecta al equilibrio. Más importante aún, la representación en forma extensiva puede diagramar fácilmente cuándo los jugadores tienen información imperfecta. Por ejemplo, si cambiamos el anterior juego de la votación para que Jones siga votando segundo, pero ignorando por quién votó Smith, la representación en forma extensiva se convertiría en (Figura 2 adjunta).

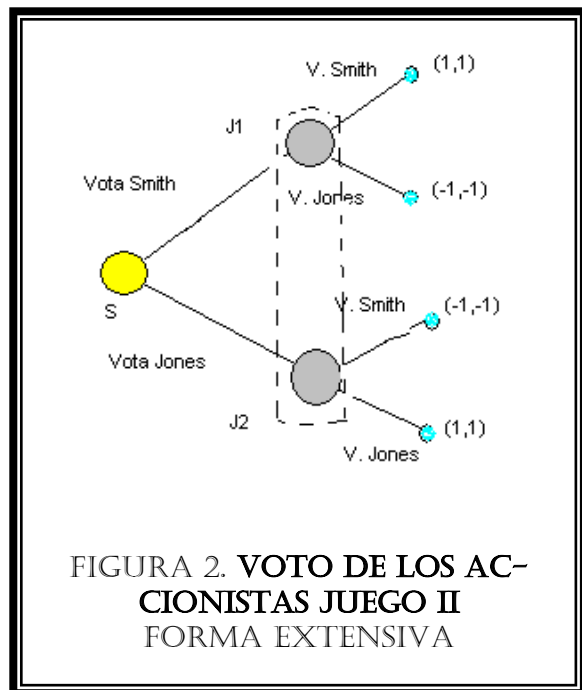


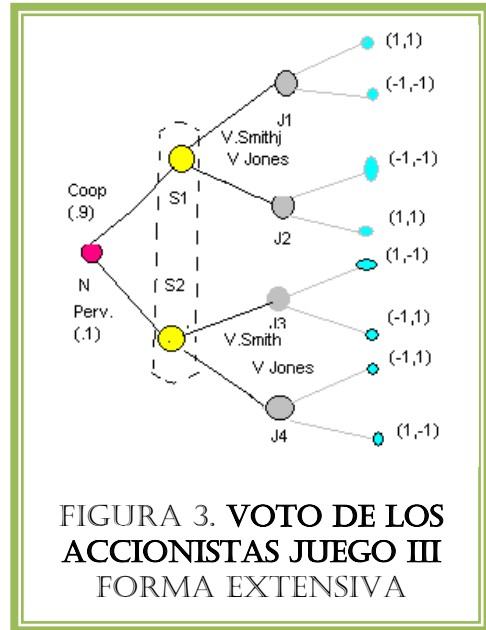
FIGURA 2. VOTO DE LOS ACCIONISTAS JUEGO II
FORMA EXTENSIVA

La línea de puntos que rodea los nodos J1 y J2 representa el conjunto de información de Jones en el momento en que Jones debe decidir por quién votar. El conjunto de información de un jugador para un punto particular en el juego es el conjunto de los diferentes nodos en el árbol de juego que él sabe que podrían ser el nodo actual, pero entre los que no puede distinguir por observación directa. Debido a que Jones no sabe cómo votó Smith, él no sabe cuando vota si está en J1 o J2. Esta reformulación del juego de votación también representa un juego en el que Jones y Smith votan al mismo tiempo - ya que con votación simultánea tanto Jones y Smith emiten sus votos sin conocer la elección del otro.

La representación de forma extensiva es especialmente apropiada para juegos con información asimétrica o incompleta. En los juegos con información asimétrica, algún jugador tiene

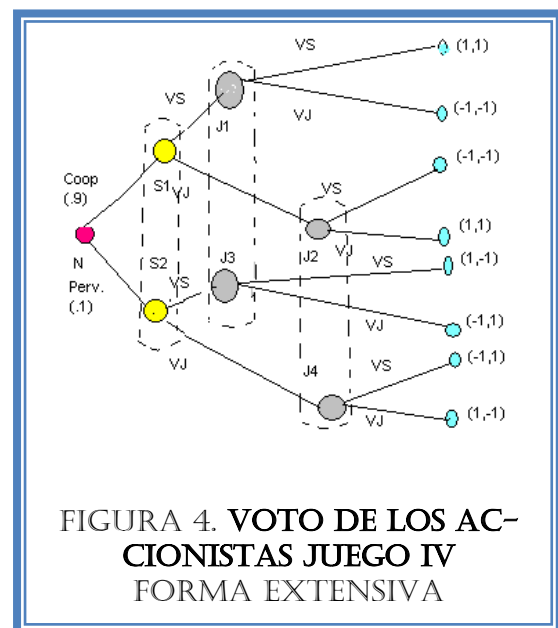
información privada que sea útil - la información privada no es directamente observable por otros jugadores. Por lo tanto, en la solución del juego de Daños, podríamos suponer que sólo el potencial demandado originalmente sabe si se tomaron las precauciones necesarias. En un juego de *información incompleta*, por lo menos un jugador no está seguro acerca de cualquiera o de todas las diferentes partes constitutivas de un juego: jugadores, estrategias y pagos. Los juegos de información incompleta a menudo se modelan con la Naturaleza haciendo su jugada en primer término por una elección al azar entre diferentes estados del mundo.

Por ejemplo, volvamos al juego de votación de los accionistas, pero suponiendo que hay dos tipos de Jones en el mundo: los cooperativos y los perversos. Los Jones cooperativos del mundo tienen la misma preferencia que antes, pero los Jones perversos tienen preferencias no cooperativas, tales que el voto combinado reduce su bienestar a un pago de -1 y los votos no coincidentes aumentan su bienestar a una ganancia de + 1. Si Smith sabe que el 10 por ciento de los vecinos del mundo son "perversos", pero no con qué tipo de Jones se enfrenta, entonces el juego de votación puede ser reformulado como un juego de información incompleta. Si suponemos además que Jones conoce su propio tipo, entonces también es un juego de información asimétrica, como en la Fig. 3.



Como se muestra en la Figura 3, la Naturaleza mueve en primer lugar y, sin que lo sepa Smith, elige el tipo de Jones, cooperativo o perverso. Smith entonces deberá votar sin saber a qué tipo de Jones se enfrenta. Jones, sin embargo, sabe qué tipo es, y sus conjuntos de información son, por tanto, los nodos individuales. El nodo S, y la acción que se ramifica desde allí, es un subjuego que es idéntico al Juego de la Votación 1.

Alternativamente, si suponemos información simétrica de manera que ni Smith ni Jones sepan el tipo de Jones al momento de votar, entonces el árbol de juego sería el de la Fig. 4.

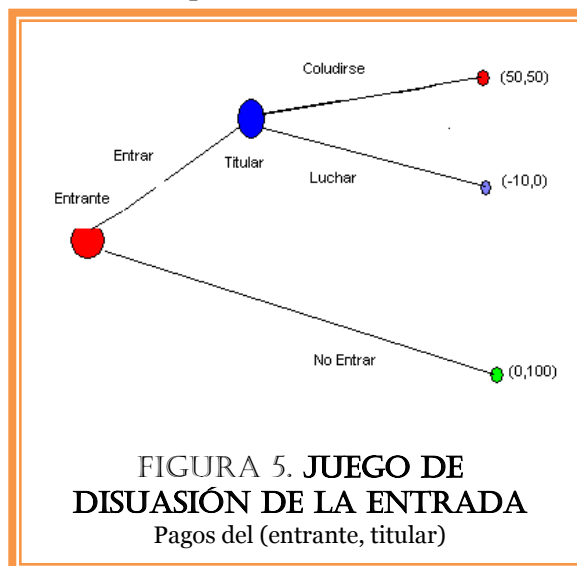


Jones, moviendo segundo, sabe por quién votó Smith. Pero debido a que no conoce su propio tipo, no puede distinguir entre ambos nodos J1 y J3 o J2 y J4. La representación en forma extensiva rara vez se ha empleado en revistas jurídicas, pero permite que los modeladores visualicen la naturaleza secuencial de los juegos y definan con mayor precisión la información disponible para los decisores en el momento de tomar una decisión. Estas técnicas para representar juegos dinámicos con información imperfecta son los elementos metodológicos básicos de las innovaciones de fondo a las que nos referiremos ahora.

B. Perfección y Pre Compromiso

En los juegos dinámicos, el concepto de solución de Nash es débil en un sentido importante, ya que no pone a prueba la estabilidad de las desviaciones de la trayectoria de equilibrio. Esta fue la razón, por ejemplo, para la crítica del concepto de equilibrio de Nash en relación con las votaciones del juego I. Ese juego es de coordinación pura en el que cada jugador se esfuerza por cooperar y para que su decisión coincida con la acción de los demás. En los juegos en los que se oponen los intereses de los jugadores, sin embargo, las respuestas fuera de equilibrio pueden ser muy importantes para las decisiones sobre la trayectoria de equilibrio. Un jugador puede sentir la necesidad, por ejemplo, de emitir una amenaza, que "es una promesa para llevar a cabo una determinada acción si otro jugador se desvía de sus acciones de equilibrio."

El concepto de solución sin adornos de Nash no puede restringir a los jugadores de formular amenazas no creíbles. Para ilustrar este fenómeno, consideremos un modelo simple de disuasión de la entrada a un mercado. Un operador potencial mueve primero y decide si debe entrar en un mercado. Un operador establecido, el titular, responde decidiendo si lucha contra la entrada mediante la reducción de su precio. Supongamos que (a) sin entrada, el operador titular obtiene los beneficios del monopolio de 100; (b) si el titular pelea la entrada, el titular llega al punto de equilibrio (*break even*) y el entrante pierde 10; y (c) si el titular no lucha contra la entrada, se dividen los beneficios del monopolio. En estas condiciones, la forma extensiva de representación del juego es la adjunta (Fig. 5).



La combinación de estrategias [No Entrar], [Luchar] es un equilibrio de Nash que genera un resultado de equilibrio sin entrada. Pero este equilibrio depende de manera crucial de la amenaza del titular de cómo va a responder a los potenciales entrantes con su conducta fuera del equilibrio (entrada). En este ejemplo, la amenaza del operador titular es muy hueca. Si se produce una entrada, el titular ya no tendría un incentivo a seguir adelante con su amenaza. En términos de teoría de los juegos, si un titular se encuentra en el nodo I1, ya no tendrá un incentivo para luchar. El titular de este modo se enfrenta a una *inconsistencia dinámica*. A pesar de que *a priori* le gustaría poner en marcha una pelea, *a posteriori* prefiere actuar en connivencia con el nuevo operador.

Los teóricos de juegos han perfeccionado los conceptos de solución de Nash admitiendo solamente equilibrios que sean dinámicamente consistentes. El requisito adicional de perfección (o *perfección en subjuegos*) garantiza este resultado. Una combinación de estrategias es un equilibrio de Nash perfecto si las estrategias satisfacen los requisitos de Nash en cada sub-juego. En el juego de disuasión de entrada, las estrategias [No entrar], [luchar] no son "perfectas", porque la estrategia [luchar] no es un equilibrio de Nash del subjuego a partir del nodo I1. Purificar el equilibrio de Nash con la noción de perfección distingue rigurosamente las amenazas creíbles de las no creíbles. En pocas palabras, "la perfección descarta las amenazas que no sean creíbles". En muchos contextos legales, los adversarios desearán pre

comprometerse con determinados tipos de estrategias. El concepto de perfección aclara los requisitos previos del compromiso previo. Una amenaza será creíble sólo si la estrategia se mantiene como un equilibrio en todas las rutas posibles, tanto en la trayectoria de equilibrio como en cualquier otra vía que se ramifica en otros sub-juegos.

Los jugadores pueden pre comprometerse con estrategias de amenaza mediante la adopción de medidas *ex ante* que restrinjan o desalienten la desviación *a posteriori* de ejecutar la amenaza. Una forma importante de compromiso previo es la eliminación de subjuegos inestables posteriores. Esto, en cierto sentido es lo que Ulises logró gracias a que él mismo fue atado al mástil de su barco cuando pasó junto a las Sirenas. Pero el pre compromiso creíble también puede ocurrir cuando un jugador altera las ganancias en lo que sería un subjuego inestable. Por ejemplo, si dos personas tienen que negociar sobre cómo dividir \$ 1,000 en ganancias de un cierto tipo de comercio, una de las partes podría lograr fortalecer su posición negociadora prometiendo donar a una obra de caridad \$ 1,000 si recibe menos de un determinado porcentaje del excedente.

La perfección también aclara por qué los juegos repetidos un número finito de veces tienden a "desmoronarse". Rasmusen, por ejemplo, considera si una cadena de tiendas que repite el Juego de Disuasión a la entrada en veinte mercados separados podría añadir credibilidad a su amenaza de combate, porque la cadena de tiendas combatiría al primer operador ingresante para disuadir al siguiente 19^o.³ La restricción de perfección en subjuegos conduce a los teóricos del juego a comenzar mediante el análisis de la última repetición del juego, ya que es el subjuego más simple. A partir del análisis precedente, la amenaza de combatir la entrada en la última repetición no es creíble- luego los titulares se acomodarán a la entrada en el período final. Se puede utilizar el proceso de *inducción retrógrada* para analizar los periodos anteriores. Teniendo en cuenta que el titular se acomodará a la entrada en el último período, ¿qué sucederá en el penúltimo periodo? Como señala Rasmusen: "La cadena de tiendas no puede ganar nada con la construcción de una reputación de ferocidad" en el penúltimo periodo, "ya que es conocimiento común que va a actuar en connivencia con el último operador de todos modos. Así que así podría actuar en connivencia en el mercado 19^o". Este proceso de inducción retrógrada (en combinación con el requisito de perfección en subjuegos) conduce al dueño de la cadena de tiendas a desmoronarse. Se enfrenta a la *paradoja de la inconsistencia dinámica*. Le gustaría comprometerse con una estrategia de entrada de dura lucha, pero incluso en un juego repetido sus amenazas no son creíbles: al final no tendrá ningún incentivo para luchar.

C. Aprender del juego: "El Juego es la cosa"

En los juegos con información asimétrica, los jugadores no informados pueden tener oportunidades para deducir la información privada de sus rivales al ver cómo se comportan los mismos. En términos de estadística bayesiana, un jugador puede ser capaz de actualizar sus creencias anteriores, teniendo en cuenta el comportamiento de los jugadores experimentados. Por ejemplo, en ciertos juegos de acuerdos por actos ilícitos, la oferta de un jugador, o el rechazo del otro, puede transmitir información.

³ Esta posibilidad ha sido adoptada por, entre otros, Richard Posner: "Si una empresa opera en varios mercados y se enfrenta a competidores reales o potenciales, cada uno de los cuales está limitado a uno de sus mercados, puede ser que valga la pena gastar recursos considerables en triturar a un único competidor con el fin de desarrollar una reputación (por voluntad de utilizar precios predatorios)". Citado por George A. Hay, [A Confused Lawyer's Guide to the Predatory Pricing Literature](#), 1981.

Este proceso de aprendizaje a partir de las acciones de otro jugador es capturado en la noción de equilibrio separador. En un *equilibrio separador*, las elecciones de diferentes tipos de jugadores de estrategias de equilibrio diferentes revelan sus tipos al jugador previamente desinformado. En un *equilibrio agrupador*, los diferentes tipos de jugadores informados eligen la misma estrategia en equilibrio, evitando que los jugadores no informados deduzcan los tipos de sus oponentes. El concepto de separación de equilibrios es especialmente relevante en los juegos de información asimétrica en donde la Naturaleza elige el tipo de un jugador, pero donde la elección de la Naturaleza no es observable por otros jugadores. Por ejemplo, Alan Schwartz ([A Theory of Loan Priorities](#), 1989) presentó un modelo de prioridades de préstamo en el que un prestamista desinformado trata de extraer el riesgo de impago de dos tipos diferentes de deudores: empresas sin deuda y empresas con deuda anterior. Si estos dos tipos de deudores no se distinguen, entonces, en el equilibrio agrupador que sobreviene el prestamista aplica a todos los deudores una misma tasa de interés que representa un promedio ponderado de la tasa más alta (adecuada a empresas con deuda anterior) y la tasa más baja (apropiada para empresas libres de deuda). Este equilibrio agrupador beneficia a los deudores de alto riesgo, ya que reciben una tasa de interés subsidiada. Los deudores de bajo riesgo, sin embargo, tienen un incentivo a revelar su identidad a los prestamistas de forma de poder acceder a la tasa de interés más baja, no agrupada. Si el costo de revelar la información a la entidad crediticia es suficientemente pequeño, existirá un equilibrio separador en el que los deudores de bajo riesgo revelan su estado y pagan la tasa de interés más baja. En este equilibrio, los deudores de alto riesgo no revelan su estado, pero todavía pagan una tasa de interés más alta que la tasa agrupada, debido a que los deudores de bajo riesgo han abandonado el estanque. En muchos casos, los jugadores desinformados pueden llevar a cabo estrategias que inducirán la separación y la concomitante revelación de información. En muchas configuraciones contractuales, la parte no informada puede proponer un menú de contratos que induce a diferentes tipos de partes a auto seleccionar distintos contratos.

Los modelos de juegos de la teoría de información asimétrica son especialmente aptos para tratar los problemas de agencia que abarcan diversos ámbitos jurídicos. De hecho, los modelos de principal-agente han llegado a representar un componente importante de la nueva literatura de teoría de los juegos. Debido a que los directores a menudo no están informados de la capacidad o el esfuerzo de un agente, las relaciones principal-agente pueden sufrir fácilmente de *selección adversa* y *riesgo moral* (Ver por ejemplo Sanford J. Grossman y Oliver D. Hart, [An Analysis of the Principal-Agent Problem](#), 1983). La selección adversa ocurre cuando los jugadores tienen información asimétrica sobre el tipo de un jugador. Por ejemplo, una compañía de seguros de vida no puede conocer la salud real de los asegurados individuales aunque sí lo sabrían éstos. Habría selección adversa si sólo los poco saludables optaran por un seguro. El riesgo moral se produce cuando un agente puede tomar acciones que no son directamente observables por el principal - denominadas acciones ocultas. En el modelo principal-agente, el agente puede tener una preferencia personal por eludir sus tareas. Si el principal no puede observar directamente el esfuerzo del agente, puede ser difícil deducir si los beneficios más bajos en un período determinado se derivan de la elusión o de una disminución de la demanda al azar.

"Principal" y "agente" son términos legales, y la agencia es un área importante del derecho. Los economistas se concentraron en cuestiones muy distintas que los abogados. Los economistas se centran en el *esfuerzo*: cómo el director induce al agente a hacer las cosas. Los abogados se centran en la malversación y en los terceros: cómo el principal evita que el agente haga mal las cosas y quién soporta la carga si fracasa. Si, por ejemplo, el gerente de una ta-

berna entra en un contrato de suministro en contra de la orden expresa del propietario, ¿quién debe sentirse frustrado – el propietario o el tercero proveedor?

Para una ilustración de la variedad de tipos de "*bajo esfuerzo*" que pueden darse, ver "Hermann Hospital Estate, Fundada para los Pobres, ha Beneficiado a los Ricos, Alegan los Investigadores," *Wall Street Journal*, 13 de marzo de 1985, p. 4, que describe tales formas de mala conducta como viajes de placer con fondos de la compañía, altos salarios, contratos de redecoración adjudicados a amigas, cheques falsos, e inversión en empresas amigas. Las empresas sin fines de lucro, a menudo carentes tanto de principios como de principales, son especialmente vulnerables, como lo son los gobiernos, por la misma razón.

Es especialmente importante para los estudiosos del derecho tener en cuenta que el riesgo moral puede manifestarse incluso cuando el principal puede observar directamente el comportamiento de un agente. Si el director no puede probar en un tribunal que un agente está eludiendo sus tareas, a continuación, el esfuerzo del agente no es contratable ya que un contrato vinculante no podrá estar condicionado por el esfuerzo. La presencia de términos no contratables puede tener un efecto dramático en los términos restantes en un contrato. La literatura principal-agente intenta descubrir los mecanismos contractuales que mitiguen el efecto debilitante del riesgo moral y otras formas de oportunismo contractual. Joseph Farrell y Carl Shapiro han mostrado, por ejemplo, que cuando la calidad del producto no es contratable, la longitud y la estructura de las disposiciones contráctiles se verán afectadas de manera espectacular (Joseph Farrel y Carl Shapiro, [Optimal Contracts with Lock-In](#), 1987).

En el texto, "esfuerzo" son las medidas adoptadas por el agente, pero se utiliza esfuerzo para representar una gran variedad de acciones del mundo real. El costo de los hurtos de empleados se ha estimado en U\$S 8 mil millones por año en USA. Los empleadores han ofrecido recompensas para la detección, incluso se ofrece la opción de un año de billetes de lotería dos veces por semana en lugar de una suma global. Los grandes almacenes de Chicago Marshall Field, con 14.000 trabajadores, en un año hicieron entrega de 170 premios de U\$S 500 cada uno, lo que incidió en la captura de casi 500 empleados deshonestos.

D. Elección estratégica de las normas jurídicas

Las normas legales básicas pueden desempeñar un papel importante en el contexto de información asimétrica. La "sombra de la ley" en sí forma parte de las reglas del juego. El concepto de la *sombra de la ley* se refiere a la manera en que las leyes pueden afectar las acciones de las personas, incluso cuando no hay ninguna implicación legal directa. A menudo, la ley se utiliza para "enviar una señal". (Ver Stuart Birks, [Why the Shadow of the Law is Important for Economists](#), 2011). La elección estratégica de las normas jurídicas puede mitigar las ineficiencias de selección adversa o riesgo moral. Por ejemplo, Rasmusen señala que *Holmes conjeturó en [The Common Law](#) que la razón por la que los marineros en un tiempo no recibían salarios cuando su barco naufragaba era para desalentarlos a que tomaran los botes salvavidas demasiado pronto para salvarse*. Por lo tanto Holmes vio esta ley como un intento de limitar el riesgo moral de los marineros durante las tormentas cambiando los términos de su contrato de trabajo. Rasmusen, sin embargo, rechaza la conveniencia de esta norma legal, ya que hace que los marineros con aversión al riesgo soporten un gran riesgo ineficientemente: *Si los marineros son más intolerantes al riesgo que los propietarios de los buques, y la ventaja pecuniaria no añadiría demasiado a su esfuerzo durante las tormentas, entonces el dueño debería proporcionar un seguro a los marineros garantizándoles salarios tenga éxito o no el viaje*.

Una norma jurídica sustantiva sobre si se debe pagar a los náufragos obviamente tendrá efectos si es inmutable, es decir, no se puede cambiar por contrato anterior. Pero incluso la elección de normas "por defecto", que pueden ser puestas a un lado por contrato, puede afectar el resultado de equilibrio. De hecho, el análisis de Rasmusen ignora la posibilidad de suscribir contratos en torno a esta norma de derecho común. Seguramente, si garantizar su salario a los marineros fuera eficiente, los armadores y los marineros podrían haber contratado expresamente para ello. La posibilidad de contratar sobre el defecto del naufragio o sin sueldo sugiere que la crítica de Rasmusen se debe dirigir a la ineficiencia de los costos de contratación adicionales.

Las asimetrías de información están en el centro de muchas relaciones legales, especialmente las relacionadas con la negociación. En los próximos años, los intentos de formalizar cómo las reglas jurídicas afectan las estrategias y los equilibrios serán cada vez más frecuentes. Por ejemplo, con Rob Gertner hemos argumentado recientemente que los legisladores a veces deben elegir las reglas por defecto que no se limitan a minimizar los costos de transacción. La elección estratégica de reglas por defecto a veces puede dar a los jugadores con información privada incentivos a revelar su información mediante la negociación en torno a la regla no deseable. En el contexto de una reorganización, normas de procedimiento inmutables pueden reducir oportunidades para la separación ineficiente o el agrupamiento en equilibrios ineficientes. Los modelos de Derecho y Economía a menudo han sido criticados por suponer información completa por parte de todos los participantes. A nivel general, la nueva teoría de los juegos responde a esta crítica con una rigurosa exploración de cómo la información imperfecta entre los jugadores puede afectar los equilibrios resultantes.

3.- *Evaluación Crítica del Estado del Arte*

El predominio de la nueva teoría de los juegos informacional afectará inevitablemente la erudición en derecho y economía. Los que buscan sacar provecho de una forma de arbitraje académico - vender las nuevas contribuciones de una disciplina a otro mercado académico - acelerarán la velocidad de difusión. En esta sección se hace una pausa momentánea para considerar si teoría de los juegos es apropiada para el análisis legal. Analizo tres críticas del enfoque de teoría de los juegos. Las dos primeras son técnicamente más sustantivas y revelan ciertos fracasos de teoría de los juegos para construir modelos bien deletreados y robustos. El último se refiere más específicamente a "gustos" metodológicos de un investigador.

A. El Escila y la Caribdis de los equilibrios inexistentes y múltiples

Un problema constante del enfoque de teoría de los juegos se refiere a la incapacidad de muchos modelos de producir un equilibrio único. Muchos modelos de la teoría dinámica de los juegos, o no tienen equilibrio o literalmente tienen una infinidad de posibles equilibrios. Rasmusen nos advierte correctamente que "un modelo sin equilibrio o con equilibrios múltiples está subespecificado."

El problema de equilibrios múltiples es inherente en particular a los juegos infinitamente repetidos y está consagrado en lo que los teóricos de juegos llaman el "Teorema Popular, llamado así porque nadie recuerda quién debe recibir crédito por él." El Teorema Popular garantiza que habrá una infinidad de equilibrios en muchos juegos si se repiten infinitamente. Por lo tanto, si el Juego de Disuasión a la Entrada no se repitiera veinte veces, sino infinitamente, se podría demostrar que una amplia variedad de estrategias como siempre luchar o combatir la mitad del tiempo, podrían ser parte del equilibrio perfecto de Nash.

El problema de inexistencia de un único equilibrio se disipa, sin embargo, si nos limitamos a reducir el número de repeticiones de infinito a un número finito pero arbitrariamente grande. Como se discutió anteriormente, la paradoja de la cadena de tiendas asegura que, para cualquier versión repetida un número finito de veces del juego de disuasión a la entrada, el único equilibrio de Nash perfecto será una nueva entrada con acomodación del titular en cada ronda. Un número finito de juegos repetidos con frecuencia producen equilibrios únicos, pero estos equilibrios únicos a menudo son incompatibles con nuestras expectativas: en un juego repetido, los titulares deben beneficiarse de establecer una reputación dura para disuadir la entrada.

La introducción de los juegos de información imperfecta ha mitigado este problema. Por ejemplo, David Kreps y Robert Wilson (*Reputation and Imperfect Information*, 1982) han demostrado que el desenlace de la paradoja de la cadena de tiendas no es inevitable si los participantes se enfrentan a información incompleta. Si hay un pequeño número de titulares irracionalmente duros y si los entrantes potenciales no pueden decir inicialmente con qué tipo de titular están jugando en contra, entonces incluso titulares blandos (racionales) pueden tener incentivos a luchar contra la entrada en las primeras rondas de un juego con entrada finitamente repetido. Lo bueno de este tipo de modelos es que se detiene la perversidad de la desintegración completa simplemente intercalando un poco de información incompleta; solamente tiene que haber un pequeño porcentaje de titulares "duros".

La "solución" de información incompleta a la desintegración de los juegos repetidos un número finito de veces por desgracia cae presa del "problema" de equilibrios múltiples. De hecho, Jean Tirole y Drew Fudenberg (*The Folk Theorem in Repeated Games with Discounting or with Incomplete Information*, 1986) han ampliado los resultados del teorema popular a juegos finitos de información incompleta. El fracaso de teoría de los juegos en reducir los múltiples equilibrios de los juegos repetidos sin crear las condiciones de la paradoja de desintegración de la cadena de tiendas reduce significativamente su capacidad de predicción. La multiplicidad de equilibrios descrito en el teorema popular podría ser subproducto de imprevisibilidad en el mundo, o puede ser que se necesite teorías no económicas para predecir qué equilibrio va a surgir. La investigación adicional intentará purificar el concepto de solución o cambiar la descripción de los juegos para reducir estos equilibrios múltiples. Pero incluso los principales teóricos "sospechan que se está operando con rendimientos decrecientes en el uso de teoría de los juegos."

B. La Importancia Arbitraria de las Creencias Fuera del Equilibrio

Una segunda debilidad técnica que afecta a los juegos dinámicos con información incompleta se refiere a la arbitrariedad con que los modeladores pueden imponer evaluaciones fuera de equilibrio. El problema es especialmente importante en el análisis de los equilibrios de agrupación en juegos incompletos. Consideremos, por ejemplo, una versión diferente del Juego de Disuasión a la Entrada, en el que hay dos tipos de entrantes potenciales, "fuerte" y "débil". Resulta más gravoso luchar contra los participantes "fuertes", y los beneficios de la lucha contra los entrantes fuertes son más bajos que los beneficios de la lucha contra los entrantes débiles. El juego cuenta con información asimétrica, ya que el titular sólo conoce las proporciones de fuerte y débil en la población general, no el tipo del entrante potencial en este juego.

Bajo tales supuestos, hay dos posibles estrategias de agrupación de los dos tipos de entrantes potenciales: Ambos podrían elegir entrar o ambos podrían elegir no entrar. Si quisiéramos

comprobar si existe un equilibrio agrupador, tendríamos, por ejemplo, que examinar si las estrategias

Entrante potencial juega: [No Entrar, si es "fuerte"; No Entrar, si es "débil"]; y la jugada del titular: [Luchar]

constituyen un equilibrio bayesiano perfecto. En este equilibrio agrupador, el titular no aprende nada de la decisión del entrante de no entrar ya que todos los participantes – tanto débiles como fuertes – se comportan de la misma forma. En consecuencia, si el 90 por ciento de los participantes potenciales son "débiles", luego, un titular deduciría que, en equilibrio, la proporción de participantes "débiles" seguiría siendo del 90 por ciento.

El problema en la evaluación de los equilibrios de agrupación es determinar cómo los jugadores desinformados deben hacer evaluaciones fuera del equilibrio sobre el tipo del otro jugador. En el ejemplo anterior, ¿cuál es la evaluación de un titular del tipo de entrantes, si por alguna razón se produce una entrada? Debido a que este es un equilibrio agrupador, se supone que ni los participantes débiles ni los fuertes entran. ¿Cómo vamos a determinar qué tipo es el que tiene más probabilidades de cometer un error?

Teoría de los juegos no ofrece respuestas definitivas a a esta cuestión. De hecho, cualquier evaluación puede ser compatible con un equilibrio bayesiano perfecto. Sin más, un modelador podría postular arbitrariamente que, si se produce una entrada, los titulares asumirán que sólo hay un 20 por ciento de probabilidad de que el participante sea "débil". Más importante aún, la especificación de estas evaluaciones de equilibrio a menudo determinará si un equilibrio agrupador dado es perfecto.

Hay un sentido en la literatura de que el criterio para elegir estas evaluaciones brinda a los modeladores de manera arbitraria demasiados grados de libertad para sesgar los resultados de un modelo. Los teóricos de juegos han respondido desarrollando una serie de lo que Rasmusen llama "refinamientos exóticos" que limitan, de una manera u otra, las evaluaciones fuera de equilibrio que pueden ser utilizadas para apoyar un equilibrio agrupador. Por ejemplo, el uso de *conjeturas pasivas* significa que las creencias anteriores no se verían modificadas por el comportamiento fuera del equilibrio. Las conjeturas pasivas en la versión anterior del Juego de Disuasión a la Entrada significarían que el titular seguirá creyendo que hay una probabilidad del 90 por ciento de que un participante sea débil.

Estos refinamientos exóticos carecen de aplicabilidad general, pero no está claro si los teóricos de juegos deberían avergonzarse por su "problema". La dificultad de sacar conclusiones a partir de los acontecimientos que en equilibrio se supone tienen lugar con probabilidad cero es inherente al mundo real. De hecho, puede ser que otras ciencias sociales puedan ser utilizadas para orientar la elección de estas evaluaciones. Hay, por ejemplo, una gran cantidad de literatura sociológica acerca de la desviación y las inferencias que se extraen de la conducta desviada. Nuestras evaluaciones de desviación o comportamiento fuera de equilibrio pueden afectar de manera intuitiva la estabilidad de un equilibrio. En el Juego de Disuasión a la entrada, si un titular infiere que la entrada significa que hay una alta probabilidad de que un participante sea débil, el equilibrio agrupador dejará de ser perfecto. La "debilidad" de la teoría de los juegos en la especificación de evaluaciones particulares es para mí una especie de fortaleza, porque la investigación de teoría de los juegos nos ha obligado a analizar este enigma de una manera más rigurosa y claramente especificada.

C. *Natura non facit saltus* ⁴

La trilogía de larga tradición del método microeconómico ha sido *modelar* los fenómenos económicos haciendo supuestos reduccionistas sobre la realidad, *resolver* el modelo para determinar cómo el equilibrio será determinado como resultado de tales supuestos, y *examinar* cómo el equilibrio se ve afectado por pequeñas perturbaciones en los supuestos subyacentes. En este nivel meta metodológico, el enfoque de teoría de los juegos no es diferente. Esta revisión ha demostrado que teoría de juegos modela y resuelve sus modelos en formas distintivas. Empero, donde más se distingue el enfoque de teoría de los juegos es en la tercera empresa.

El tercer objetivo podría ser etiquetado como "dar patadas en torno al modelo" - uno patear (o perturba) un supuesto subyacente para ver si y cómo esta perturbación afecta al equilibrio. Resolver el modelo revela si los resultados son "robustos" para supuestos alternativos. Para los economistas neoclásicos, esta empresa se ha centrado a menudo en ver cómo los valores de equilibrio responden a pequeñas perturbaciones en los parámetros subyacentes del modelo. Desde que Paul Samuelson creó el campo de la "estática comparativa", los economistas se han preocupado por cuestiones de política del tipo siguiente: ¿Qué pasaría con el desempleo en Estados Unidos si elevamos ligeramente un arancel o un impuesto determinado? Los economistas neoclásicos tradicionales responden a estas preguntas obteniendo una derivada. El modelo tradicional indicaría valores de equilibrio de las variables tales como el desempleo en términos de supuestos subyacentes, tales como la tasa del arancel o impuesto y luego analizaría la estática comparativa del modelo tomando la derivada de la variable de equilibrio con respecto a los parámetros subyacentes. El resultado central del método de estática comparativa es que los cambios infinitesimales en un parámetro de un modelo sólo traerán consigo cambios infinitesimales en las variables de equilibrio. El cambio de los valores subyacentes desplazará el equilibrio, pero los valores de equilibrio no se moverán de manera discontinua, es decir, no van a saltar.

El cálculo de la estática comparativa en los modelos de teoría de los juegos, sin embargo, es a menudo mucho más difícil que simplemente tomar derivadas. Por otra parte, muchos juegos presentan cambios discontinuos cuando la estructura subyacente cambia ligeramente. Rasmusen advierte al lector que la estática comparativa

puede ser especialmente difícil en teoría de los juegos. Si se cambia un parámetro, y un jugador cambia su estrategia en respuesta, cuyo cambio a su vez induce un cambio en las estrategias de los otros jugadores, por lo que cuando el juego se establezca en su nuevo equilibrio, las estrategias podrían ser bastante diferentes.

La naturaleza discontinua de muchos modelos de teoría de los juegos debe ser advertida a los responsables políticos legales. En la medida en que tales modelos sean apropiados, los resultados de equilibrio pueden no ser robustos para incluso leves cambios en las normas legales: Un ligero cambio en un estándar de cuidado debido, por ejemplo, podría generar cambios significativos en el comportamiento subyacente de los jugadores. Más fundamentalmente, la naturaleza discontinua de los modelos de teoría de los juegos podría indicar que los modelos ofrecen predicciones débiles de la conducta humana. Si la propia visión de la realidad subyacente es como lo consideraba Einstein -que "la naturaleza no salta" - entonces no se puede hallar consuelo en muchos de los resultados de teoría de los juegos.

⁴ Lineo (1751), "la Naturaleza no procede por saltos" (*Philosophia Botanica*, 77).

La naturaleza de teoría de los juegos hace saltos, a veces, de maneras que avergüenzan a las nubes de electrones. (El argumento de que los modelos de la teoría de juegos están "mal" porque la naturaleza no salta es análogo al argumento de que los modelos complicados de alguna manera están viciados porque la realidad subyacente debe ser comprensible.) Una tensión similar sobre si la naturaleza salta se juega ahora entre los biólogos evolutivos, como p. ej. Stephen Jay Gould que ha tratado de redefinir las nociones darwinianas de cambio gradual con su propia noción de "equilibrio puntuado". Si bien tales aspectos estructurales profundos de la realidad no se pueden probar de maneras estadísticamente significativas, creo que el propio sentido intuitivo sobre su verdad influye en si los lectores concretos gustarán de los modelos de teoría de los juegos.

4. *Conclusión: la Política de los Juegos*

El fracaso actual de teoría de los juegos en penetrar en el análisis jurídico puede deberse a estas debilidades o a la novedad y a los aspectos técnicos de la modelización y la resolución de juegos. En esta reseña he argumentado que *Games and Information* reduce los costos de adquirir las nuevas herramientas y que invertir tiempo y esfuerzo en dominar las nuevas técnicas de modelado de los juegos de información asimétrica e incompleta se justifica desde el punto de vista de su costo, especialmente hoy. Si los lectores deben hacer esta inversión, sin embargo, depende en parte de si uno cree que la nueva teoría de los juegos se hará de un lugar en la comunidad legal en los próximos años. He argumentado que estas nuevas técnicas demandarán una audiencia más amplia. Sin embargo, en interés de la divulgación, tengo la sensación de que la velocidad de difusión tendrá un determinante político.

La idea central de muchos artículos de teoría de los juegos es demostrar cómo las interacciones estratégicas pueden llevar a resultados ineficientes. Así pues, la "nueva" teoría de los juegos corre en contra de las prescripciones de política de *laissez-faire* de la escuela de Chicago de derecho y economía. Las aplicaciones de teoría de los juegos son susceptibles a la crítica de George Stigler a la teoría del oligopolio tradicional (no-Chicago) que "hace de los desvíos de la competencia, el problema central de la propia organización industrial." De hecho, la nueva teoría de los juegos es la metodología básica del "nuevo aprendizaje" en organización industrial - que, por ejemplo, ha intentado resucitar las nociones desechadas de que la depredación y el aprovechamiento podrían ser estrategias racionales que maximizan los beneficios. La escuela de Chicago había propuesto teorías a priori que sugieren por qué la competencia de mercado debería generar eficiencia. El análisis de teoría de los juegos demuestra rigurosamente que bajo ciertos supuestos, al menos, los mercados pueden fallar en fomentar el bienestar social. Los resultados de estos modelos obligan a los defensores del *laissez-faire* a cambiar la naturaleza de sus argumentos.

El propio análisis del seguro de salud de Rasmusen ilustra este punto. Debido a la selección adversa, "Cuando el precio del seguro es apropiado para la persona de edad media, los más saludables dejan de comprar." Después de que estas personas salen del pool de seguros, "el precio debe aumentar para mantener las ganancias no negativas." "La selección adversa es un argumento para la puesta en común impuesta por el gobierno. Si se requiere que todas las personas mayores adquieran un seguro del gobierno (Medicare en los Estados Unidos), a continuación, si bien el más sano podría estar peor, la gran mayoría podría ser ayudada." Pero Rasmusen pasa a advertir a los lectores que no se engañen con tales argumentos "peligrosos":

El uso de la selección adversa para justificar el seguro de enfermedad, sin embargo, señala lo peligroso que muchos de los modelos de este libro pueden ser. Para cuestiones de política, la mejor opinión por defecto es que los mercados son eficientes. En un examen más detenido, se ha encontrado que muchos mercados son ineficientes debido a un comportamiento estratégico o a la asimetría de información. Es peligroso, sin embargo, concluir inmediatamente que el gobierno debería intervenir, porque los mismos argumentos aplicados al gobierno muestran que el remedio podría ser peor que la enfermedad.

Una vez que los modelos de teoría de los juegos demuestran el potencial de falla del mercado, los partidarios de la no intervención por parte del gobierno ya no pueden basarse únicamente en argumentos *a priori* de que el mercado es una solución óptima. En lugar de ello, los defensores de la no intervención deben discutir si los supuestos del modelo de teoría de los juegos son empíricamente válidos o las políticas de *laissez faire* son un óptimo secundario porque los costos de cualquier intervención del gobierno son mayores que sus beneficios. En los 1950s y 1960s, la Escuela "Harvard" de Organización Industrial centró la atención de los economistas en estudios de casos detallados de industrias individuales. En las décadas de 1970 y 1980, sin embargo, la "escuela de Chicago" sustituyó este análisis de la industria, intensivo en hechos, por la teoría de los precios. Su afirmación explícita era que las herramientas potentes y sencillas de teoría de los precios podrían aplicarse a diversos mercados mejor que los estudios de casos de la industria que, si bien detallados en hechos, estaban a menudo mal basados en teoría económica". La nueva teoría de los juegos se remonta, en cierto sentido, al enfoque del estudio de casos más temprano en que los teóricos de juegos desarrollaron una serie de modelos para examinar aspectos individuales de la conducta industrial. El análisis de teoría de los juegos entonces es igualmente susceptible a la crítica de Chicago de que los juegos particularizados no son perfectamente aplicables a un amplio espectro de mercados. Los teóricos de juegos responden que la generalización de la teoría de los precios es inapropiada cuando un pequeño número de jugadores actúan estratégicamente, es decir, cuando se violan los supuestos de la teoría de los precios. Como mínimo, los juegos estilizados demuestran rigurosamente una serie de teoremas de "posibilidad" que obligan a ambos lados al análisis empírico.

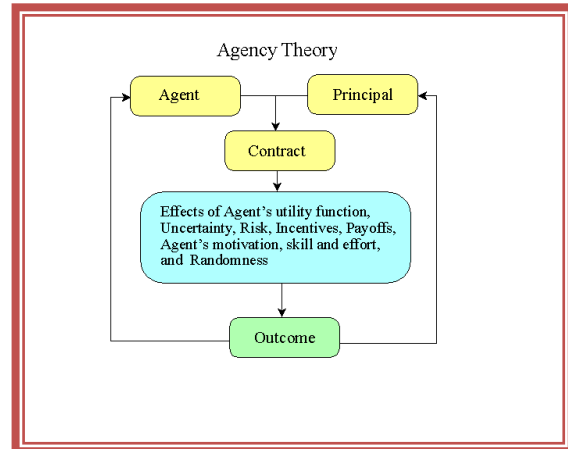
Mi predicción es que en la próxima década habrá una pequeña escaramuza sobre la conveniencia de utilizar el análisis de teoría de los juegos para responder a preguntas legales. La controversia no será simplemente una disputa académica sobre la forma correcta de expresar la misma realidad: Las decisiones sobre política jurídica penderán de un hilo. Los modelos de teoría de los juegos pueden generar políticas sustancialmente diferentes que otros modos de análisis del derecho y la economía. Los defensores del *laissez-faire* a menudo han sido capaces de reclamar el manto "científico" de derecho y economía, pero teoría de los juegos puede permitir que los defensores de la intervención gubernamental se hagan de elevados fundamentos científicos.

Los teóricos de juegos serán atacados por aquellos que han crecido recelosos de los métodos reduccionistas de razonamiento económico, pero posiblemente los ataques más fuertes vendrán de los defensores del *laissez-faire* en la comunidad de derecho y economía en sí. La política influirá, sin duda, sobre el debate, pero el libro de Rasmusen ofrece ideas para amigos y enemigos. Al hacer que los conceptos fundamentales sean accesibles, *Games and Information* allana el camino para un análisis más razonado de si (y de cuándo) es apropiado jugar juegos con el Derecho.

5. Juegos con Riesgo Moral ⁵

5.1 El Juego de la Producción

Solía darse que la respuesta genérica del economista a alguien que remarcaba un comportamiento peculiar que parecía contradecir la teoría básica era "Debe ser algún tipo de discriminación de precios." Actualmente, tenemos una nueva respuesta: "Debe haber algún tipo de asimetría de información." En un juego de información asimétrica, el jugador Smith sabe algo que el jugador Jones no conoce. Esto abarca una amplia gama de modelos (incluyendo la discriminación de precios hoy en día), así que quizás no es sorprendente que tantas situaciones caigan bajo su rúbrica.



Vamos a hacer un uso intensivo del modelo de principal-agente para analizar la información asimétrica. Por lo general, este término se aplica a los modelos de riesgo moral, ya que los problemas estudiados en la ley de la agencia por lo general implican un empleado que desobedece las órdenes por elegir acciones incorrectas, pero el paradigma será útil en todos estos contextos. Los dos jugadores son el principal y el agente, que son generalmente los individuos representativos. El director contrata a un agente para realizar una tarea, y el agente adquiere una ventaja de información acerca de su tipo, sus acciones, o el mundo exterior en algún momento del juego. Por lo general se asume que los jugadores pueden celebrar un contrato vinculante en algún momento del juego, lo que quiere decir que el principal puede comprometerse a pagar al agente una suma acordada si observa un determinado resultado. En el trasfondo implícito de este tipo de modelos están los tribunales que castigarán a cualquier jugador que viole un contrato de una manera que pueda ser probada con información pública.

El *principal* o jugador desinformado es el jugador que tiene la información de la partición más gruesa. El *agente* o jugador informado es el jugador que tiene la partición de la información más fina.

En el modelo principal-agente arquetípico, el principal es un gerente y el agente es un trabajador. En esta sección vamos a diseñar una serie de estos juegos, el último de los cuales será el modelo estándar principal-agente.

Denotamos el valor monetario de la producción por $q(e)$, que es creciente en el esfuerzo, e . La función de utilidad del agente $U(e, w)$ es decreciente en el esfuerzo y creciente en el salario, w , mientras que la utilidad del principal $V(q - w)$ va en aumento con la diferencia entre la producción y el salario.

El orden de juego

- 1 El principal ofrece al agente un salario w .
- 2 El agente decide si aceptar o rechazar el contrato.

⁵ Eric Rasmusen, *Games and Information*, capítulo 7: Moral Hazard: Hidden Actions (página 163sq.s.)

- 3 Si el agente acepta, ejerce esfuerzo e .
 4 El producto es igual a $q(e)$, donde $q' > 0$.

Pagos

Si el agente rechaza el contrato, entonces $\pi_{agente} = \hat{U}$ y $\pi_{principal} = 0$. Si el agente acepta el contrato, entonces $\pi_{agente} = T(e, w)$ y $\pi_{principal} = V(q - w)$.

Un supuesto común a la mayoría de los modelos de agente-principal es que o bien el principal o el agente son uno de muchos competidores perfectos. En el trasfondo, otros principales compiten para emplear al agente, por lo que el beneficio de equilibrio del principal es igual a cero; o muchos agentes compiten para trabajar para el principal, luego la utilidad de equilibrio del agente es igual al mínimo por la que va a aceptar el trabajo, llamada la utilidad de reserva, \hat{U} . Hay un cierto nivel de utilidad de reserva incluso si el principal es un monopolista, sin embargo, porque el agente tiene la opción de permanecer desempleado si el salario es demasiado bajo.

Una forma de ver el supuesto en el Juego de Producción de que el principal mueve primero es que muchos agentes compiten por un principal. La cadena de movimientos permite al principal hacer una oferta "lo tomas o lo dejas", dejando al agente con tan poco margen de negociación como si tuviera que competir con una multitud de otros agentes. Esto es realmente sólo una conveniencia de modelado, pues la utilidad de reserva del agente, \hat{U} , se puede establecer al nivel que un principal tendría que pagar al agente en competencia con otros principales. Este nivel de \hat{U} incluso se puede calcular, ya que es el nivel al que el pago del principal por la maximización del beneficio mediante el contrato óptimo es impulsado hacia abajo hasta la utilidad de reserva del principal por la competencia con otros principales. Aquí la utilidad de reserva del principal es cero, pero eso también puede ser elegida para adaptarse a la situación que se está modelando.

Juego de Producción I: Información completa. En la primera versión del juego, cada movimiento es de conocimiento común y el contrato es una función $w(e)$.

Encontrar el equilibrio consiste en encontrar el mejor contrato posible desde el punto de vista del principal, dado que tiene que hacer que el contrato sea aceptable para el agente y que contemple la forma en que el agente va a reaccionar a los incentivos del contrato. El principal debe decidir lo que quiere que el agente haga y qué incentivo darle para hacerlo.

Al agente debe pagarse una cierta cantidad $\hat{w}(e)$ para ejercer un esfuerzo e , donde $\hat{w}(e)$ se define como el w que resuelve la restricción de participación

$$(1) \quad U(e, w(e)) = \hat{U}.$$

Por consiguiente, el problema del principal es:

$$(2) \quad \text{Máx.}_e V(q(e) - \hat{w}(e)).$$

La condición de primer orden de este problema es:

$$(3) \quad V'(q(e)) - \hat{w}(e) \left(\frac{\partial q}{\partial e} - \frac{\partial \hat{w}}{\partial e} \right) = 0,$$

que implica que

$$(4) \quad \partial q / \partial e = \partial \hat{w} / \partial e.$$

Diferenciando (1) se obtiene

$$(5) \quad \partial \hat{w} / \partial e = - (\partial U / \partial e) / (\partial U / \partial \hat{w}).$$

Combinando (4) y (5):

$$(6) \quad (\partial U / \partial \hat{w}) (\partial q / \partial e) = - (\partial U / \partial e).$$

La ecuación (6) dice que, al nivel de esfuerzo óptimo e^* , la utilidad marginal del agente que resultaría de tener para sí todo el producto marginal del esfuerzo extra es igual a su desutilidad marginal del esfuerzo. La Figura 6 muestra esto gráficamente. El agente tiene curvas de indiferencia en el espacio esfuerzo-salario con pendiente positiva, ya que si su esfuerzo se eleva, su salario debe aumentar también para mantener su utilidad constante. Las curvas de indiferencia del principal también tienen pendiente positiva, porque a pesar de que él no se preocupa por el esfuerzo directamente, sí se preocupa por la producción, que aumenta con el esfuerzo. El principal podría ser adverso al riesgo o neutro al riesgo; su curva de indiferencia es cóncava en vez de lineal, en ambos casos debido a que la Figura 6 muestra una tecnología con rendimientos decrecientes al esfuerzo. Si el esfuerzo comienza a un nivel más alto, el esfuerzo extra rinde menos producto adicional, luego el salario no puede elevarse sin reducir los beneficios.

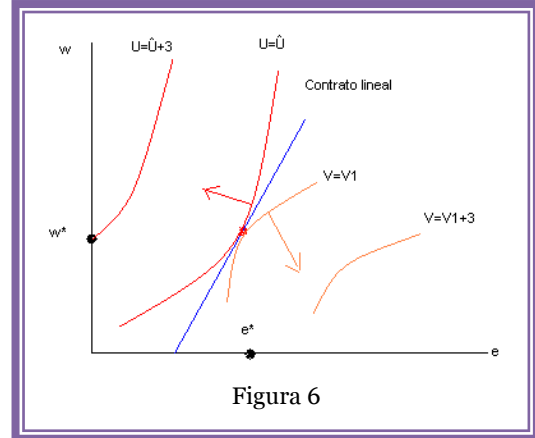


Figura 6

El término "restricción de racionalidad individual," es tal vez más común, pero "restricción de participación" es más acertada. Dado que en el modelado moderno cada restricción requiere que los individuos sean racionales, está mal elegido el nombre.

Bajo competencia perfecta entre los principales los beneficios serán nulos, y la utilidad de reserva \hat{U} quedará fijada a un nivel en el que el esfuerzo e^* que maximiza el beneficio, $\hat{w}(e^*) = q(e^*)$, o

$$(7) \quad U(e^*, q(e^*)) = \hat{U}.$$

El principal elige el punto de la curva de indiferencia $U = \hat{U}$ que maximiza su beneficio, con esfuerzo e^* y salario w^* . Debe diseñar un contrato que induzca al agente a elegir este nivel de esfuerzo. Los tres siguientes contratos son igualmente efectivos *bajo información plena*:

1 El *contrato forzado* fija $w(e^*) = w^*$ y $w(e \neq e^*) = 0$. Ciertamente éste es un incentivo muy fuerte para que el agente elija exactamente $e = e^*$.

2 El *contrato de umbral* establece $w(e \geq e^*) = w^*$ y $w(e < e^*) = 0$. Éste puede ser considerado como un salario plano para bajos niveles de esfuerzo, igual a 0 con este contrato, más un bono si el esfuerzo llega a w^* . Como al agente le desagrada el esfuerzo, elegirá exactamente $e = e^*$. (Salario *plano* aquí está dicho como en *tarifa plana*, o sea una tarifa que no cambia con la utilización del servicio).

3 El *contrato lineal* indicado en la Figura 6, que fija $w(e) = \alpha + \beta e$, donde α y β se eligen de tal manera que $w^* = \alpha + \beta e^*$ y la línea de contrato es tangente a la curva de indiferencia $U = \hat{U}$ en e^* . La curva de indiferencia del agente que se halla en dirección N.O. toca a la línea de contrato en e^* .

Veamos un *ejemplo numérico*. Supongan que el agente ejerce su esfuerzo $e \in [0, \infty)$, y que la función de producción es $q(e) = 100 * \log(1+e)$. Si el agente rechaza el contrato, sea el pago al agente $= \hat{U} = 3$ y el pago del principal $= 0$, mientras que si el agente lo acepta, entonces su pago será $U = U(e, w) = \log(w) - e^2$ y el pago al principal $= q(e) - w(e)$.

Al agente se le debe pagar un monto $\hat{w}(e)$ para que aplique esfuerzo, donde se define $\hat{w}(e)$ para resolver la restricción de participación,

$$(8) \quad U(e, w(e)) = \hat{U}, \text{ tal que } \log(\hat{w}(e)) - e^2 = 3.$$

Conociendo la forma funcional, podemos resolver (8) en términos de la función salarial:

$$(9) \quad \hat{w}(e) = \exp(3+e^2). \quad (\text{exp es la función anti-logaritmo})$$

Pregunto ahora: ¿tiene esto sentido? Pareciera que sí, ya que el salario debe aumentar para compensar el mayor esfuerzo, y lo debe hacer en forma más que exponencial si se desea mantener constante a la utilidad en 3, como en la Figura 6.

Veamos ahora el problema del principal, que tiene que resolver el problema siguiente:

$$(10) \quad \text{Máx.}_e V(q(e) - \hat{w}(e)) = 100 * \log(1+e) - \exp(3+e^2)$$

La CPO de este problema es

$$(11) \quad V'(q(e) - \hat{w}(e)) (\partial q / \partial e - \partial \hat{w} / \partial e) = 0,$$

que, como el principal es neutro hacia el riesgo, y $V' = 1$,

$$(12) \quad 100/(1+e) - 2e(\exp(3+e^2)) = 0.$$

Esta condición se puede escribir también así:

$$(13) \quad (2e + 2e^2) \exp(3+e^2) = 100.$$

Lamentablemente, esta expresión no puede ser resuelta analíticamente, por lo que hay que recurrir a un programa que obtenga en forma iterativa aproximaciones que cierren con la ecuación, formulando hipótesis sobre los valores de e . Rasmusen utiliza el software [Mathematica](#) que produce el siguiente resultado: $e^* \approx 0.77$. (Esto se puede chequear en Excel). Usando las fórmulas de arriba, ahora sacamos $q^* \approx 100 * \log(1+0.77) \approx 57.26$ y $w^* \approx 36.50$.

Nótese que si \hat{U} fuere suficientemente elevado, el pago al principal sería cero. Esto es lo que sucederá si el mercado de agentes es competitivo, porque entonces, el pago de reserva al agente saldría de trabajar para otro principal.

1 El *contrato forzado* fija $w(e^*) = w^*$ y $w(e \neq 0.77) = 0$. Redondeando, $w(0.77) = 37$ y el salario para cualquier otro nivel de esfuerzo es cero.

2 El *contrato de umbral* fija $w(e \geq .77) = 37$ y $w(e < .77) = 0$.

3 Para el *contrato lineal* $w(e) = \alpha + \beta e$, recordemos que la línea de contrato es tangente a la curva de indiferencia en $w(e^*) = \alpha + \beta e^*$. La pendiente de la curva de indiferencia viene dada por la pendiente de la función $\hat{w}(e)$, que es

$$(14) \quad \partial \hat{w}(e) / \partial e = 2e^* \exp(3 + e^2).$$

Esta derivada es igual a 56 cuando $e^* = .77$. Es decir, $\beta = 56$. Luego resolvemos para $\alpha + 56(.77) = w(e^*) = 37$, luego $\alpha = -7$. En resumen, $w(e) = \alpha + \beta e = -7 + 56e$.

Juego de Información Completa II: el Agente hace el primer Movimiento

Ahora vamos a cambiar el orden de los movimientos, que será como sigue:

- 1 El Agente ofrece al Principal un contrato $w(e)$.
- 2 El Principal decide si acepta o rechaza el contrato.
- 3 Si el Principal acepta, el Agente invierte un esfuerzo e .
- 4 El Producto es $q(e)$, $q' > 0$.

En este juego, todo el poder de negociación lo detenta el Agente, no el Principal. Ahora la restricción de participación es que el principal debe ganar beneficios cero, $q(e) - w(e) \geq 0$. El agente maximiza su propio pago induciendo al principal a ganar exactamente cero beneficios, $w(e) = q(e)$. Sustituyendo $w(e)$ por $q(e)$ para tomar en cuenta la restricción de participación, el problema de maximización del agente al proponer un esfuerzo de nivel e y un salario $w(e)$ ahora puede escribirse así:

$$(15) \quad \text{Maximizar}_e U(e, q(e)).$$

La CPO es

$$(16) \quad \partial U / \partial e + (\partial U / \partial q) (\partial q / \partial e) = 0.$$

Como $\partial U / \partial q = \partial U / \partial w$, cuando los salarios igualan la producción, esta ecuación implica

$$(17) \quad (\partial U / \partial w) (\partial q / \partial e) = - (\partial U / \partial e).$$

Si comparamos esta ecuación (17) con la ecuación (6) – es decir, cuando el Principal tenía el poder de negociación (página 20) – observamos que *la solución de esfuerzo e^* será idéntica*. No importa quién tenga el poder de negociación; el nivel eficiente de esfuerzo será el mismo.

El nivel eficiente esfuerzo es independiente de cuál lado tiene el poder de negociación debido a que las ganancias de la producción eficiente son independientes de la forma en que esos beneficios se distribuyen siempre y cuando cada parte no tenga ningún incentivo para abandonar la relación. Esta es la misma lección que la del *teorema de Coase*, que establece que en condiciones generales las actividades realizadas serán eficientes e independientes de la distribución de los derechos de propiedad (*The Problem of Social Cost*, 1960). Esta propiedad del nivel eficiente de esfuerzo significa que el modelador está libre de hacer los supuestos sobre el poder de negociación que ayudan a centrar la atención en los problemas de información que está estudiando.

Juego de Producción III: Un Salario plano en condiciones de certeza

En esta versión del juego, el principal no puede condicionar el salario ni por el esfuerzo ni por la producción. Esto se modela como un principal que no observa ni el esfuerzo ni la producción, por lo que la información es asimétrica.

Es fácil imaginar un principal que no pueda observar el esfuerzo, pero parece muy extraño que no se pueda observar la producción, sobre todo porque puede deducir la producción del valor de su pago. No es ridículo que no se puedan basar en la producción los salarios, sin embargo, debido a que un contrato debe ser ejecutable por algún tercero, como un tribunal. Los profesores de derecho se quejan de economistas que hablan de "contratos imposibles de cumplir o inaplicables". En la facultad de derecho, un contrato se define como un acuerdo ejecutable, y la mayoría de las clases de contratos se dedican a descubrir qué acuerdos representan contratos. Una simple promesa de dar dinero a alguien sin ninguna obligación por su parte, por ejemplo, no es algo que un tribunal hará valer, ni es posible en la práctica para un tribunal que haga cumplir un contrato en el que alguien se compromete a pagar a un peluquero \$ 50 "si el corte de pelo es especialmente bueno", pero \$ 10 si no lo es. Un tribunal sólo puede hacer cumplir contingencias que pueda observar. En el extremo, cabe analizar los Juegos de Producción III. La producción *no es* contráctil (el tribunal no puede hacer cumplir un contrato) o *verificable* (el tribunal no puede observar la producción), que generalmente conduce a los mismos resultados que cuando la producción no es observable para ambas partes del acuerdo.

El resultado del Juego de Producción III es simple e ineficiente. Si el salario es no negativo, el agente acepta el trabajo y ejerce cero esfuerzos, por lo que el principal ofrece un salario de cero.

Si no hay nada con qué acondicionar el salario, el problema de agencia no se puede resolver diseñando el contrato con cuidado. Si es que hay que resolverlo en absoluto, será por algún otro medio como la reputación o la repetición del juego. Por lo general, sin embargo, hay alguna variable contráctil como producción sobre la que el principal puede condicionar el salario. Tal es el caso en el Juego de Producción IV.

Juego de Producción IV: un salario basado en la producción en condiciones de certeza

En esta versión, el principal no puede observar el esfuerzo, pero se puede observar la producción y especifica el contrato que será $w(q)$.

Ahora el principal no escoge un número w sino una función $w(q)$. Su problema no es tan sencillo como en el Juego de Producción I, donde escogió la función $w(e)$, pero aquí también es posible alcanzar el nivel de esfuerzo eficiente e^* a pesar de la imposibilidad de observación del esfuerzo. El principal comienza por encontrar el óptimo nivel de esfuerzo e^* , como en el Juego de Producción I. Ese esfuerzo rinde el nivel de producción eficiente $q = q^*(e^*)$. Para proporcionar al Agente los adecuados incentivos, el contrato debe recompensarle cuando la producción es q^* . Una vez más, pueden usarse distintos tipos de contratos. Por ejemplo, el contrato forzoso sería una función salarial tal que $U(e^*, w(q^*)) = \hat{U}$ y $U(e, w(q)) < \hat{U}$ si $e \neq e^*$.

El Juego de Producción IV muestra que la imposibilidad de observar el esfuerzo no constituye un problema en sí mismo, si el contrato puede estar condicionado a algo que sea observable y perfectamente correlacionado con el esfuerzo. El verdadero problema de agencia ocurre cuando se rompe la correlación perfecta, como en el Juego de Producción V.

Juego de producción V: Salario en función de la producción en condiciones de incertidumbre

En esta versión, el principal no puede observar el esfuerzo, pero puede observar la producción y especificar el contrato que sería $w(q)$. La producción, sin embargo, es una función $q(e, \theta)$ tanto del esfuerzo como del estado del mundo $\theta \in R$, que es elegido por la naturaleza de acuerdo con la función de densidad de probabilidad $f(\theta)$ como el nuevo movimiento (5) del juego. La jugada (5) se produce justo después de que el agente elige el esfuerzo, por lo que el agente no puede elegir un bajo esfuerzo sabiendo que la naturaleza tomará el relevo. (Si el agente puede observar el movimiento de la naturaleza antes de su propia jugada, el juego se convierte en un juego de riesgo moral con conocimiento oculto y acciones ocultas).

Debido a la incertidumbre sobre el estado del mundo, el esfuerzo no se mapea limpiamente en la producción observada en este Juego de la Producción V. Un producto dado podría haber sido producido por cualquiera de diversos niveles de esfuerzo, por lo que un contrato forzado no necesariamente logrará el deseado esfuerzo. A diferencia del caso del Juego de la Producción IV, aquí el principal no puede deducir que $e = e^*$ del hecho de $q = q^*$. Por otra parte, incluso si el contrato induce al agente a elegir e^* , si lo hace penalizándolo fuertemente cuando $q \neq q^*$, será un contrato caro para el principal. La utilidad esperada del agente debe mantenerse igual a \hat{U} debido a la restricción de participación, y si a veces al agente se le paga un salario bajo porque la producción no es igual q^* , también se le debe pagar más cuando la producción es igual a q^* para compensarlo. Si el agente es adverso al riesgo, esta variabilidad en su salario requiere que su salario esperado sea mayor que el w^* hallado antes, porque tiene que ser compensado por el riesgo adicional. Existe un *tradeoff* entre incentivos y seguros contra riesgos.

El riesgo moral se convierte en problema cuando $q(e)$ no es una función uno a uno debido a que un único valor de e podría resultar en cualquiera de una serie de valores de q , dependiendo del valor de θ . En este caso la función de producción no es invertible; sabiendo q , el principal no puede deducir el valor de e perfectamente sin asumir comportamiento de equilibrio por parte del agente.

La combinación de esfuerzo no observable y falta de invertibilidad en el Juego de Producción V significa que ningún contrato puede inducir al agente a hacer el nivel de esfuerzo eficiente, sin incurrir en costos adicionales, que por lo general toman la forma de un riesgo adicional impuesto al agente. Todavía vamos a tratar de hallar un contrato que sea eficiente en el sentido de maximizar el bienestar, dadas las restricciones informativas. Los términos "first best" y "second best" se utilizan para distinguir estos dos tipos de optimalidad.

Un *contrato first-best* alcanza la misma asignación que el contrato óptimo cuando el principal y el agente disponen de la misma información y todas las variables son contráctiles.

Un *contrato de second-best* es Pareto óptimo dada la asimetría de la información y las restricciones sobre la redacción de contratos.

La diferencia de bienestar entre el mundo first-best y el mundo second-best es el costo del problema de agencia.

Los primeros cuatro juegos de producción eran más fáciles debido a que el principal pudo encontrar un contrato first best sin tener que buscar muy lejos. Pero incluso definir el espacio de estrategias en un juego como el Juego de Producción V es complicado, debido a que el

principal puede que desee elegir una función muy complicada $w(q)$. Hallar el contrato óptimo cuando un contrato forzado no se puede utilizar se convierte en un problema difícil sin respuestas generales, debido a la enorme variedad de posibles contratos. En el resto del capítulo se mostrará cómo el problema puede ser al menos abordado, si no realmente resuelto.

La Compatibilidad de Incentivos, las Restricciones de Participación, y de Competencia

El objetivo del principal en el Juego de Producción V es maximizar su utilidad sabiendo que el agente es libre de rechazar el contrato en su totalidad y que el contrato debe dar al agente un incentivo para elegir el esfuerzo deseado. Estas dos restricciones surgen en todos los problemas de riesgo moral, y reciben el nombre de Restricción de Participación y Restricción de Incentivos. Matemáticamente, el *problema del principal* es

$$(18) \quad \text{Maximizar}_{w(\cdot)} EV(q(\hat{e}, \theta) - w(q(\hat{e}, \theta)))$$

bajo las restricciones

$$(18^a) \quad \hat{e} = \text{Argmax}_e EU(e, w(q(e, \theta))) \quad (\text{Restricción de compatibilidad de incentivos})$$

$$(18^b) \quad EU(\hat{e}, w(q(\hat{e}, \theta))) \geq \hat{U} \quad (\text{Restricción de participación})$$

La restricción de compatibilidad de incentivos tiene en cuenta el hecho de que el agente mueve en segundo término, por lo que el contrato lo debe inducir a escoger voluntariamente el esfuerzo deseado. La restricción de participación, también llamada de *utilidad de reserva* o *restricción de racionalidad individual*, requiere que el trabajador prefiera el contrato al ocio, la producción en el hogar, o puestos de trabajo alternativos.

La expresión (18) es el modo en que un economista escribe instintivamente el problema, pero su formulación es a menudo lo más lejos a que se puede llegar con el enfoque de la condición de primer orden. La dificultad no sólo es que el maximizador está eligiendo una función de salarios en lugar de un número, porque la teoría del control o el cálculo de variaciones pueden resolver este tipo de problemas. Más bien, se trata de que las restricciones son no convexas - que no descartan un buen conjunto convexo de puntos en el espacio de las funciones de los salarios, como lo haría la restricción " $w \geq 4$ ", sino más bien descartan un conjunto muy complicado de posibles funciones de los salarios.

Un enfoque diferente, desarrollado por Grossman y Hart (Sanford Grossman y Oliver Hart, [An Analysis of the Principal-Agent Problem](#), 1983) y llamado el *procedimiento de tres pasos* por Fudenberg y Tirole (Drew Fudenberg y Jean Tirole, [Game Theory](#), 1991), es enfocarse en los contratos que inducen al agente a realizar una acción particular en lugar de atacar directamente el problema de maximizar beneficios. El primer paso es encontrar para cada posible nivel de esfuerzo el conjunto de contratos salariales que induzcan al agente a elegir tal nivel de esfuerzo. El segundo paso es encontrar el contrato que sostiene el nivel de esfuerzo al menor costo para el principal. El tercer paso es elegir el nivel de esfuerzo que maximiza los beneficios, dada la necesidad de sostener ese esfuerzo con el contrato de trabajo costoso de la segunda etapa.

Para sostener el nivel de esfuerzo e , el contrato salarial $w(\cdot)$ debe satisfacer las restricciones de compatibilidad de incentivos y de participación. Matemáticamente, el problema de encontrar el costo mínimo $C(\hat{e})$ de sostener el nivel de esfuerzo \hat{e} combina los pasos uno y dos,

$$(19) \quad C(\hat{e}) = \text{Mínimo}_{w(\cdot)} E(q(\hat{e}, \theta))$$

sujeto a las restricciones (18^a) y (18^b).

El tercer paso toma el problema del principal de maximizar su pago, la expresión (18), y la redefine como

$$(20) \quad \text{Maximizar } e \text{ EV}(q(\hat{e}, \theta) - C(\hat{e})).$$

Después de hallar qué contrato induce en forma más económica cada esfuerzo, el principal descubre el esfuerzo óptimo resolviendo (20).

Al descomponer el problema en partes se hace que sea más fácil de resolver. Tal vez *la lección más importante* del procedimiento de tres pasos, sin embargo, es reforzar los puntos de que el objetivo del contrato es inducir al agente a elegir un nivel de esfuerzo particular y que la información asimétrica aumenta el costo de los incentivos.

Contratos Óptimos: el Juego de Broadway

Juego de Broadway I

El siguiente juego, inspirado en la película poco convencional de Mel Brooks [Los Productores](#), ilustra una peculiaridad de los contratos óptimos: a veces los pagos al agente no deben aumentar con su producción. Los inversores adelantan fondos para el productor de un espectáculo de Broadway que podría tener éxito o también fracasar. El productor tiene la opción de malversar o no los fondos que le adelantaron, con una ganancia directa para sí de 50 si procede a la malversación. Si el programa es un éxito, el ingreso es de 500 si no malversa, pero 100 si lo hace. Si el espectáculo es un fracaso, los ingresos netos son -100 en cualquiera de ambos casos, ya que los gastos adicionales en un espectáculo fundamentalmente defectuoso son inútiles.

Juego I de Broadway

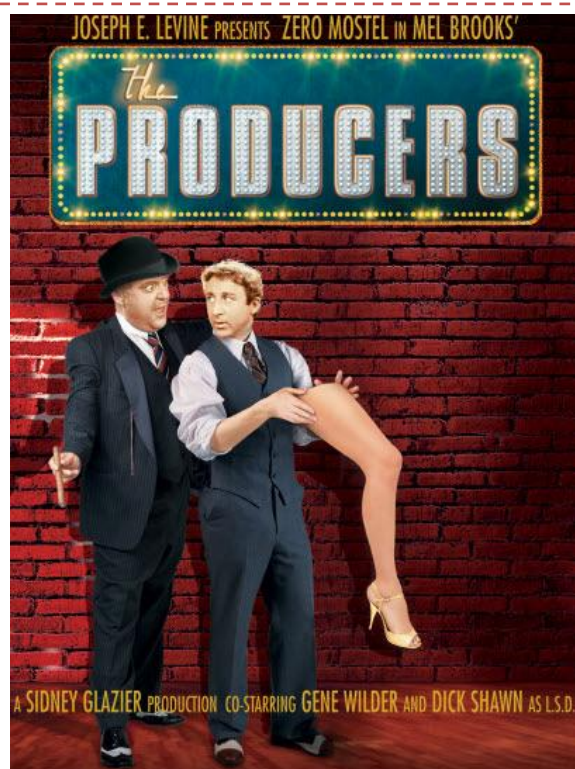
Jugadores: el productor y los inversores

El orden del juego

- 1 Los inversores ofrecen un contrato de salario $w(q)$ en función de los ingresos q .
- 2 El productor acepta o rechaza el contrato.
- 3 El productor elige malversar o No malversar.
- 4 Naturaleza escoge el estado del mundo para que sea éxito o fracaso con igual probabilidad.

La Tabla II muestra los ingresos resultantes q .

Pagos



Film [The Producers](#), de Mel Brooks (1968), con Zero Mostel y Gene Wilder

El productor es adverso al riesgo y los inversores son neutrales al mismo. El pago del productor es $U(100)$ si rechaza el contrato, con $U' > 0$ y $U'' < 0$, y el pago de los inversores es 0. En otros términos, $U(w(q)+50)$ si malversa, $U(w(q))$ si es honesto. $\pi_{\text{inversores}} = q - w(q)$.

Tabla II

		Estados del mundo	
		<i>Fracaso (50%)</i>	<i>Éxito (50%)</i>
Esfuerzo	<i>Malversar</i>	-100	+100
	<i>No malversar</i>	-100	+500

También podemos escribir esta tabla como Tabla III, poniendo la probabilidad de cada resultado en las celdas, el esfuerzo en las filas y la producción en las columnas:

Tabla III

		Beneficio			
		-100	+100	+500	<i>Total</i>
Esfuerzo	<i>Malversar</i>	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	1
	<i>No malversar</i>	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	1

Los inversores observarán q igual a -100, 100, o 500, por lo que el contrato del productor especificará a lo sumo tres salarios diferentes: $w(-100)$, $w(100)$ y $w(500)$. Los pagos esperados del productor de sus dos posibles acciones son

$$(21) \quad \pi(\text{No malversar}) = \frac{1}{2} U(w(-100)) + \frac{1}{2} U(w(+500))$$

Y

$$(22) \quad \pi(\text{Malversar}) = \frac{1}{2} U(w(-100) + 50) + \frac{1}{2} U(w(+100) + 50)$$

La restricción de compatibilidad de incentivos es $\pi(\text{No malversar}) \geq \pi(\text{Malversar})$, luego

$$(23) \quad \frac{1}{2} U(w(-100)) + \frac{1}{2} U(w(+500)) \geq \frac{1}{2} U(w(-100) + 50) + \frac{1}{2} U(w(+100) + 50)$$

y la restricción de participación es

$$(24) \quad \pi(\text{No malversar}) = \frac{1}{2} U(w(-100)) + \frac{1}{2} U(w(+500)) \geq U(100).$$

Los inversores quieren que la restricción de participación (24) sea satisfecha al costo más bajo como sea posible. Esto significa que quieren imponer el menor riesgo posible al productor, ya que se requiere un mayor valor esperado de su salario si el riesgo es mayor. Idealmente, $w(-100) = w(500)$, que ofrece un seguro completo. El trade-off habitual de una relación de agencia es entre alisar el salario del agente y proporcionarle incentivos. Aquí, no hay trade-off, debido a una característica especial del problema: existe un resultado que no podría

ocurrir a menos que el productor elija la acción indeseable. Ese resultado es $q = 100$, y significa que el siguiente contrato *hervido en aceite* proporciona tanto los salarios sin riesgo como los incentivos apropiados:

$$w(+500) = 100;$$

$$w(-100) = 100;$$

$$w(+100) = -\infty$$

Bajo los términos de este contrato, el salario del productor toca un piso de 100 cuando no malversa, por lo que la restricción de participación se satisface. También es vinculante, ya que se satisface como igualdad, y los inversores tendrían un mayor pago si la restricción se flexibilizara. Si el productor desfalca, se enfrenta a un pago de $-\infty$ con una probabilidad de 0,5, por lo que la restricción de incentivos está satisfecha. Que no es vinculante, ya que se satisface como una desigualdad fuerte y el pago de equilibrio de los inversores no cae si la restricción se aprieta un poco haciendo que las ganancias producto de la malversación sean ligeramente superiores. Nótese que el costo del contrato para los inversionistas es 100 en equilibrio, de modo que su pago esperado en general es $0,5(-100) + 0,5(500) - 100 = 100$, que es mayor que cero y por lo tanto da a los inversores suficiente retorno para estar dispuestos a respaldar el espectáculo.

El contrato *hervido en aceite* es una aplicación de la condición de estadístico suficiente, que establece que a fines de incentivos, si la función de utilidad del agente es separable en esfuerzo y dinero, los salarios deben basarse en lo que sea mejor evidencia indicativa del esfuerzo, y sólo incidentalmente en la producción (Holmstrom, [Moral Hazard and Observability](#), 1979). En el espíritu del procedimiento de tres pasos, lo que el principal desea es inducir al agente a elegir el esfuerzo adecuado, No desfalcarse, y su dato sobre lo que eligió el agente es la producción. En equilibrio (aunque no fuera de él), el dato $q = 500$ contiene exactamente la misma información que el dato $q = -100$. Ambos conducen a la misma probabilidad posterior de que el agente escogió No malversar, por lo que los salarios condicionados en cada dato deben ser el mismo. Tenemos que insertar el calificativo "en equilibrio", porque para formar las probabilidades posteriores el principal tiene que tener una cierta creencia sobre el comportamiento del agente. Sino, el principal no podría interpretar $q = -100$ en absoluto.

Contratos más moderados que éste también serían eficaces. Dos salarios serán utilizados en equilibrio, un salario bajo w_* para una producción de $q = 100$ y un alto salario w^* para cualquier otra. Las restricciones de compatibilidad de incentivos y de participación proporcionan dos ecuaciones para resolver estas dos incógnitas. Para encontrar el contrato más moderado posible, el modelador también debe especificar una función de $U(w)$ que, curiosamente, no fue necesaria para encontrar el primer contrato hervido en aceite. Precisemos que

$$(25) \quad U(w) = 100w - 0.1w^2.$$

Una función de utilidad cuadrática como ésta sólo crece si su argumento no es demasiado grande, pero ya que el salario no excederá $w = 1000$, es una función de utilidad razonable para este modelo. Sustituyendo (25) en la restricción de participación (24) y resolviendo para el alto salario de seguro completo $w = w(-100) = w(500)$ se obtiene $w = 100$ y una utilidad de reserva 9000. Sustituyendo en la restricción de incentivos, (23), da lugar a

$$(26) \quad 9000 \geq \frac{1}{2} U(100+50) + \frac{1}{2} U(w+50).$$

Al resolver (26) usando la ecuación cuadrática, se obtiene (con error de redondeo), $w \leq 5.6$. Luego, un salario bajo de $-\infty$ es más severo de lo necesario.

Si el productor y los inversores son adversos al riesgo, el riesgo compartido podría cambiar la parte del contrato que se aplica en equilibrio. El contrato óptimo sería entonces prever $w(-100) < w(500)$ para compartir el riesgo. El principal tendría una utilidad marginal inferior de la riqueza cuando la producción sea de 500, por lo que sería más capaz de pagar un dólar adicional de salarios en ese estado que cuando la producción es de -100.

Una de las singularidades del Juego de Broadway I es que el salario es más alto para una producción de -100 que para una de +100. Esto ilustra la idea de que el objetivo del principal no es premiar la producción, sino el input. Si el principal paga más, simplemente porque la producción es más alta, está gratificando a la Naturaleza, no al agente. Las personas generalmente creen que pagar más por una mayor producción es "justo", pero el Juego de Broadway I muestra que este punto de vista ético es demasiado simple. Mayor esfuerzo por lo general conduce a una mayor producción, por lo que una paga más alta es por lo general un buen incentivo, pero esto no es siempre cierto.

El *desacople de recompensa y resultado* tiene amplias aplicaciones en Derecho y Economía. Gary Becker ([Crime and Punishment: An Economic Approach](#), 1968) en el derecho penal y A. Mitchell Polinsky y Yeon-Koo Chee ([Decoupling Liability: Optimal Incentives for Care and Litigation](#), 1991), en regulación de la responsabilidad civil, notan que si el objetivo de la sociedad es mantener bajos los costos de aplicación y de conducta dañina, *la pena aplicada no debe ser simplemente igualada al daño*. Con muy altas penas aplicadas en oportunidades infrecuentes se proporcionarán los incentivos adecuados y se mantendrán bajos los costos de aplicación, a pesar de que unos delincuentes desafortunados recibirán penas fuera de toda proporción por el daño que han causado.

Un nombre menos llamativo para un contrato hervido en aceite es el "esquema de transferencias de ayuda", así llamado porque el contrato depende de que el soporte de la distribución [*en teoría de la probabilidad, soporte es el conjunto cerrado más pequeño cuyo complemento tiene probabilidad cero*] de la producción sea diferente cuando el esfuerzo es óptimo que cuando no lo es. En términos más sencillos, el conjunto de resultados posibles en virtud del esfuerzo óptimo debe ser diferente del conjunto de resultados posibles en virtud de cualquier otro nivel de esfuerzo. Como resultado, ciertas producciones muestran sin lugar a dudas que el productor malversó. Muy pesados castigos infligidos sólo para estas producciones logran el óptimo primario debido a que un productor que no malversó no tiene nada que temer.

Otro contrato de óptimo primario que a veces se puede utilizar es la *venta del negocio*. En virtud de esta disposición, el agente compra toda la producción por una tarifa plana pagada al principal, convirtiéndose en el demandante residual, ya que conserva cada dólar adicional de producción que produce su esfuerzo extra. Esto es equivalente a asegurar plenamente al principal, ya que su rentabilidad se hace independiente de los movimientos del agente y de la Naturaleza. Ustedes pueden ver ejemplos en algunos programas de privatización llevados a cabo en la década de los 1990s en nuestro país. La tarifa plana es en estos casos un equivalente del precio de la licitación de los negocios que previamente estaban en el sector público y pasan a ser explotados por la actividad privada. Hay una alternativa a la venta del negocio que es la *concesión (franchise)*. Un artículo que aborda la teoría económica de la concesión es el de G. Frank Mathewson y Ralph A. Winter, [The Economics of Franchise Contracts](#), 1985;

ver también Paul H. Rubin, *The theory of the firm and the structure of the Franchise*, 1978; y Antony W. Dnes, *Franchise Contracts*, en Encyclopedia of Law and Economics, editada por Boudewijn Bouckaert y Gerrit De Geest, 2000.

En el Juego de Broadway I, la venta del negocio toma la forma del productor pagando 100 a los inversores (= $0,5 [-100] + 0,5 [500] - 100$) y quedándose con todos los beneficios para sí. Las desventajas son que (1) el productor podría no ser capaz de permitirse el lujo de pagar a los inversores el precio fijo de 100; y (2) el productor podría ser adverso al riesgo e incurrir en un costo de utilidad importante por tener que soportar el riesgo. Estos dos inconvenientes son la razón por la que los productores van a los inversores en primer lugar.

Información Pública que daña al Principal y al Agente

Podemos modificar el Juego de Broadway I y mostrar cómo tener más información pública disponible puede *dañar* a ambos jugadores. Esto también proporcionará un poco de práctica en el uso de los conjuntos de información. Vamos a dividir el éxito en dos estados del mundo, éxito menor y éxito mayor, con probabilidades de 0.3 y 0.2, como se muestra en la Tabla IV.

Tabla IV Beneficios en el Juego de Broadway II

		Estados del mundo		
		<i>Fracaso (50%)</i>	<i>Éxito menor (30%)</i>	<i>Éxito mayor (20%)</i>
Esfuerzo	<i>Malversar</i>	-100	-100	+400
	<i>No malversar</i>	-100	+450	+575

Con el contrato óptimo,

$$(27) \quad w(-100) = w(+450) = w(+575) > w(+400) + 50.$$

Esto es así porque el productor tiene aversión al riesgo y sólo el dato $q = +400$ es prueba de que el productor malversó. El contrato óptimo debe hacer dos cosas: impedir la malversación y pagar al productor un salario lo más predecible posible. Para la previsibilidad, el salario se hace constante a no ser que $q = +400$. Para disuadir la malversación, el productor debe ser castigado si $q = +400$. Al igual que en el Juego de Broadway I, el castigo no tendría que ser infinitamente grave y la pena mínima efectiva se podría calcular de la misma forma que en ese juego. Los inversores pagarían al productor un salario de 100 en equilibrio y su pago esperado sería $100 (= 0,5 (-100) + 0,3 (450) + 0,2 (575) - 100)$. Por lo tanto, se puede encontrar un contrato para el Juego Broadway II tal que el agente no malverse.

Pero veamos lo que sucede cuando el conjunto de información se refina de manera que antes de que el agente tome la acción tanto él como el principal pueden decir si el programa será un gran éxito o no. Llamemos a esto el Juego de Broadway III. Con el refinamiento, la partición de la información inicial de cada jugador es

$$(\{Fracaso, \acute{E}xito menor\}, \{\acute{E}xito mayor\})$$

en lugar de la partición gruesa

({Fracaso, Éxito menor, Éxito mayor}).

Si los conjuntos de información fueran refinados hasta el final a singletons, esto sería muy útil para los inversores, ya que podrían abstenerse de invertir en un fracaso y podrían fácilmente determinar si el productor malversó o no. Tal como se presenta la situación, sin embargo, el refinamiento no ayuda a los inversores a decidir cuándo financiar el programa. Si todavía pudieran contratar al productor y evitar que él malverse a un costo de 100, la rentabilidad de la inversión en un gran éxito sería 475 (= 575 - 100). Pero la rentabilidad de invertir en un show dado el conjunto de información {Fracaso, Éxito menor} sería de alrededor de 6.25, que todavía resulta positiva $((0.5/(0.5+0.3)(-100) + (0.3/(0.5+0.3)(450) - 100)$. Luego la mejora de la información no ayuda a la decisión de cuándo invertir.

Aunque el refinamiento no tenga ningún efecto directo sobre la eficiencia de la inversión, arruina los incentivos del productor. Si observa {Fracaso, Éxito Menor}, está libre para malversar sin temor a la producción que hierve con aceite de 400. Aún se abstendría de malversar si observase {Éxito mayor}, pero no hay contrato que no imponga riesgos a un productor no malversador lo podrá detener de malversar si observa {Fracaso, Éxito Menor}. Que se pueda encontrar un contrato de riesgo que impida al productor la malversación a un costo de menos de 6,25 para los inversores depende de la aversión al riesgo del productor. Si éste es muy adverso al riesgo, el costo del incentivo es más que 6.25, y los inversores renunciarán a invertir en programas que podrían ser éxitos menores. Una mejor información reduce el bienestar, ya que aumenta la tentación del productor a portarse mal.

El Juego de Broadway II muestra que *mejorar la información puede reducir el bienestar al aumentar los incentivos de un jugador a portarse mal*. Esto es distinto de la razón no estratégica del seguro de por qué la mejora de la información puede ser perjudicial. Supongamos que Smith extiende a Jones un seguro contra el granizo que arruinaría la cosecha de trigo de Jones durante el próximo año, aumentando la utilidad esperada de Jones y dando un beneficio a Smith. Si a alguien se le ocurre una manera de pronosticar el tiempo antes de que el contrato de seguro se haya firmado, se verán afectados los dos jugadores. El seguro fracasará, porque si se sabe que el granizo arruinará la cosecha, Smith no estará de acuerdo en compartir la pérdida, y si se sabe que no habrá granizo, Jones no va a pagar una prima por el seguro. Ambos jugadores prefieren no conocer el resultado de antemano.

Referencias a la literatura

El concepto de información asimétrica fue estudiado en Kenneth J. Arrow, [Informational Structure of the Firm](#) (1985). Posteriormente, el tema fue tratado por Oliver Hart y Bengt Holmstrom en [The Theory of Contracts](#) (1987).