

# GUERRA Y PAZ\*

**Robert J. Aumann\*\***

*Center for the Study of Rationality y Department of Mathematics  
The Hebrew University, Jerusalén, Israel*

“La Guerra y otros conflictos están entre las principales causas de la miseria humana.” Así comienza el anuncio de *Información avanzada* del Premio en Ciencias Económicas del Banco de Suecia instituido en honor de Alfred Nobel del año 2005, concedido por el Análisis en clave de Teoría de Juegos del Conflicto y la Cooperación. Por ello, es apropiado dedicar este discurso a una de las cuestiones más apremiantes y profundas a las que se enfrenta la humanidad: la de la Guerra y la Paz. Desearía proponer que quizás deberíamos cambiar la dirección en lo que respecta a nuestros esfuerzos para lograr la paz mundial. Hasta ahora se han concentrado todos los esfuerzos en la resolución de conflictos específicos. Me gustaría sugerir que deberíamos desplazar el énfasis y estudiar la guerra en general, definiendo sus características, señalando sus denominadores comunes, sus diferencias. Históricamente, sociológicamente y sí, racionalmente, ¿por qué va a la guerra el homo economicus –ese hombre racional? Lo esencial es, de nuevo, que deberíamos comenzar a estudiar la guerra, desde todas las perspectivas, por su propio interés. Deberíamos tratar de entender lo que la causa. Ciencia básica, pura. Que puede llevar, finalmente, a la paz.

*Palabras clave:* Discurso Nobel, Robert J. Aumann, guerra y paz, teoría de juegos, conflicto y cooperación.

---

(\*) © Fundación Nobel 2005 (<http://nobelprize.org>). Este artículo es una versión revisada del discurso pronunciado por el profesor Robert J. Aumann en Estocolmo, el 8 de diciembre de 2005, cuando recibió, junto con el profesor Thomas C. Schelling, el Premio en Ciencias Económicas del Banco de Suecia instituido en memoria de Alfred Nobel (Premio Nobel de Economía). El discurso se publica en *RAE Revista Asturiana de Economía* con la autorización de la Fundación Nobel y el permiso del profesor Aumann. Dado que la traducción no ha sido revisada por el autor, la presente no es una traducción autorizada por el mismo. La traducción ha sido realizada por Mario Piñera y ha sido revisada por Mireia Carol Gress. La revisión técnica corresponde al profesor Fernando Vega Redondo.

(\*\*) Versión ligeramente revisada de la conferencia de 40 minutos dada en la Real Academia Sueca de Ciencias, en Estocolmo. Le agradezco al profesor Nicolaus Tideman el que me haya señalado un error existente en una versión anterior.

“La Guerra y otros conflictos están entre las principales causas de la miseria humana.” Así comienza el anuncio de *Información avanzada* del Premio en Ciencias Económicas del Banco de Suecia instituido en memoria de Alfred Nobel del año 2005, concedido por el Análisis en clave de Teoría de Juegos del Conflicto y la Cooperación. Por ello, es apropiado dedicar este discurso a una de las cuestiones más apremiantes y profundas a las que se enfrenta la humanidad: la de la Guerra y la Paz.

Desearía proponer que quizás deberíamos cambiar de dirección en lo que respecta a nuestros esfuerzos para lograr la paz mundial. Hasta ahora se han concentrado todos los esfuerzos en la resolución de conflictos específicos: India-Pakistán, Norte-Sur de Irlanda, diversas guerras africanas, guerras de los Balcanes, Rusia-Chechenia, Israel-Árabes, etc., etc. Me gustaría sugerir que deberíamos desplazar el énfasis y estudiar la guerra en general.

Permítanme realizar una comparación. Hay dos formas de aproximarse al cáncer. Una es clínica. Usted se enfrenta, por ejemplo, a un cáncer de pecho ¿Qué debería hacer? ¿Cirugía? ¿Radiación? ¿Quimioterapia? ¿Qué tipo de quimioterapia? ¿Cuánta radiación? ¿extraerá los ganglios linfáticos? Las respuestas se basan en pruebas clínicas, simplemente en lo que funciona mejor. Usted aborda cada caso en sí mismo, utilizando la mejor información de que dispone. Y su objetivo es curar la enfermedad del paciente concreto que está ante usted o mejorar su estado.

Hay otra aproximación. No operar, no utilizar la radiación, no usar la quimioterapia, no fijarse en las estadísticas, no mirar de ninguna manera al paciente. Simplemente, tratar de entender lo que ocurre en una célula cancerosa. ¿Tiene ello algo que ver con el ADN? ¿Qué pasa? ¿Cómo es el proceso? *No* se trata de curarlo. Simplemente, se trata de *entenderlo*. Se trabaja con ratones, no con personas. Se procura que enfermen, no que se curen.

Louis Pasteur era médico. Para él era importante tratar a las personas, curarlas. Sin embargo, Robert Koch no era médico y no trataba de curarlas. Simplemente, deseaba conocer cómo trabajan las enfermedades contagiosas. Al final, su investigación llegó a ser enormemente importante a la hora de tratar y curar la enfermedad.

La guerra nos ha acompañado desde los albores de la civilización. Nada ha sido más constante en la historia que la guerra. Es un fenómeno, no una sucesión de acontecimientos aislados. Los esfuerzos realizados para resolver conflictos específicos son ciertamente laudables y algunas veces dan realmente sus frutos. Sin embargo, hay también otra forma de aproximarse a ella –estudiando la guerra como un fenómeno general, estudiando los conflictos en general, definiendo sus características, señalando sus denominadores comunes, sus diferencias. Históricamente, sociológicamente, y sí, *racionalmente*, ¿por qué va a la guerra el *homo economicus* –ese hombre racional– ?

¿Qué es lo que quiero decir con “racionalidad”? Es esto:

*La conducta de una persona es **racional** si actúa en función de lo mejor para **sus** intereses, dada **su** información.*

A la vista de esta definición, ¿Puede ser la guerra racional? Desgraciadamente, la respuesta es sí; puede serlo. En uno de los mejores discursos de todas las épocas –su segunda investidura– Abraham Lincoln dijo: “Ambas partes reprobaban la guerra; pero una de ellas iría a la guerra antes que dejar que la nación sobreviviera, y la otra aceptaría la guerra antes que dejarla perecer. Y llegó la guerra”.

Es un gran error decir que la guerra es irracional. Tomamos todos los males del mundo –guerras, conflictos, discriminación racial– y los descartamos acusándoles de irracionales. No son forzosamente irracionales. Aunque nos hacen daño, pueden ser racionales. Si la guerra es racional, una vez que somos conscientes de ello, podemos al menos enfrentarnos de alguna manera al problema. Si simplemente lo descartamos por considerarlo irracional, no podemos enfrentarnos al mismo.

Hace muchos años, estuve presente en una reunión de estudiantes de la Universidad de Yale. Jim Tobin, a quien se le concedió posteriormente el Premio en Ciencias Económicas instituido en honor de Alfred Nobel, estaba también allí. El debate fue alocado, y una de las cuestiones que surgió fue: ¿se puede resumir la ciencia económica en una palabra? La respuesta de Tobin fue “sí”; la palabra es *incentivos*. La Economía se refiere a los incentivos.

Consecuentemente, lo que desearía hacer es un análisis económico de la guerra. Esto *no* significa lo que parece. No estoy hablando de cómo se financia la guerra, o de cómo realizar la reconstrucción tras la guerra, o de otras cosas por el estilo. Estoy hablando de los *incentivos* que llevan a la guerra, y del establecimiento de incentivos que la prevengan.

Permítanme poner un ejemplo. La Economía nos enseña que las cosas no son siempre como parecen. Por ejemplo, supongan que desean aumentar los ingresos derivados de los impuestos. Para lograrlo, obviamente deberían elevar el tipo impositivo, ¿correcto? No, la respuesta es incorrecta. Podrían querer *bajarlo*. Para que la gente tuviera un incentivo para trabajar, o para reducir la elusión y evasión fiscal, o para animar a la economía, o por cualquier otra razón. Esto es simplemente un ejemplo; hay miles como éste. Una economía es un juego: los incentivos de los jugadores interactúan de formas complejas, y llevan a resultados sorprendentes, a menudo contra-intuitivos. Sin embargo, resulta ser que la economía funciona de esa manera.

Volvamos ahora a la guerra, y a cómo el *homo economicus* –hombre racional– encaja en el cuadro. En el espíritu de los puntos previos, un ejemplo sería el siguiente. Usted desea prevenir la guerra. Para lograrlo, obviamente usted debería desarmarse, reducir el nivel de armamento. ¿Correcto? No, incorrecto. Podría querer hacer todo lo contrario. En la larga etapa de la guerra fría entre los Estados Unidos y la Unión Soviética, lo que evitó la guerra “caliente” fue el hecho de que estuvieran en el aire durante 24 horas al día y 365 días al año bombarderos que llevaban armas nucleares. El desarme habría llevado a la guerra.

Lo esencial es –de nuevo– que deberíamos comenzar a estudiar la guerra, desde todas las perspectivas, por su interés en si mismo. Deberí-

amos tratar de entender lo que la causa. Ciencia básica, pura. *Que* puede llevar, finalmente, a la paz. La aproximación poco sistemática, basada en el caso a caso, no ha funcionado demasiado bien hasta ahora.

A continuación desearía llegar a algunas de mis propias contribuciones básicas, algunas de las cuales fueron citadas por el Comité del Premio. Concretamente, permítanme hablar de los juegos repetidos, y de cómo los mismos se relacionan con la guerra y con otros conflictos, tales como las huelgas, y en realidad con todas las situaciones interactivas.

Los juegos repetidos sirven para modelar las interacciones de largo plazo. La teoría de los juegos repetidos sirve para dar cuenta de fenómenos tales como el altruismo, la cooperación, la confianza, la lealtad, la venganza, la amenaza (auto-destructiva o de otro tipo) –fenómenos que a primera vista pueden parecer irracionales– en términos del paradigma maximizador de la utilidad “egoísta” de la teoría de juegos y la economía neoclásica.

Que “den cuenta” de tales fenómenos no significa que la gente decida deliberadamente vengarse, o ser generosa, por motivos racionales interesados, de forma consciente. Por el contrario, a lo largo de milenios, la gente ha desarrollado normas de conducta que son en general satisfactorias, realmente óptimas. Dicha evolución puede ser realmente biológica, genética. O puede ser “memética” (“memetic”); este término se deriva de la palabra “meme” (“meme”), un término acuñado por el biólogo Richard Dawkins para crear una palabra análoga al término “gene,” pero con el fin de expresar, en vez de la herencia genética, la herencia social y la evolución.

Uno de los grandes descubrimientos de la teoría de juegos se produjo a principios de los setenta, cuando los biólogos John Maynard Smith y George Price se dieron cuenta de que el equilibrio estratégico en los juegos y el equilibrio poblacional en el mundo vivo vienen definidos por las mismas ecuaciones. La evolución –sea genética o memética– lleva al equilibrio estratégico. Por ello, lo que estamos diciendo es que, en juegos *repetidos*, el equilibrio estratégico expresa fenómenos tales como el altruismo, la cooperación, la confianza, la lealtad, la venganza, la amenaza, etcétera. Veamos como funciona todo esto.

¿A que me refiero con “equilibrio estratégico”? En líneas muy generales, se dice que los jugadores de un juego están en *equilibrio estratégico* (o simplemente en *equilibrio*) cuando su juego es *óptimo mutuamente*: cuando las acciones y planes de cada jugador son racionales en el entorno estratégico dado –es decir, cuando cada uno tiene conocimiento de las acciones y planes de los otros.

En 1994, en el quincuagésimo aniversario de la publicación de la obra de John von Neumann y Oskar Morgenstern *Theory of Games and Economic Behavior*, le dieron a John Nash el Premio en Ciencias Económicas instituido en memoria de Alfred Nobel por formular y desarrollar el concepto de equilibrio estratégico. Compartieron este premio John Harsanyi, por formular y desarrollar el concepto de equilibrio *Bayesiano*, es

decir, equilibrio estratégico en juegos con información incompleta; y Reinhard Selten, por formular y desarrollar el concepto de equilibrio *perfecto*, un refinamiento del concepto de Nash, sobre el que diré algo más posteriormente. Junto con los conceptos de equilibrio *correlacionado* (Aumann, 1974, 1987), y equilibrio *fuerte* (Aumann, 1959), ambos citados en el anuncio del Premio del año 2005, los tres conceptos fundamentales mencionados previamente constituyen los pilares de la teoría de los juegos no cooperativos.

Tras el premio del año 1994, se concedieron dos Premios en Ciencias Económicas en honor de Alfred Nobel por *aplicaciones* de estos conceptos fundamentales. El primero en 1996, cuando se le concedió póstumamente a William Vickrey por su trabajo sobre las subastas. (Vickrey murió en el plazo intermedio entre el anuncio de la concesión y la ceremonia de entrega). El diseño de estrategias de pujas y subastas está entre las principales aplicaciones de la teoría de juegos; una revisión buena –aunque un tanto anticuada– es la de Wilson (1992).

El segundo se concedió este año –2005. Por supuesto, el profesor Schelling hablará y escribirá por sí mismo. En lo que a su humilde servidor se refiere, recibió el premio por aplicar a juegos *repetidos* los conceptos fundamentales de equilibrio mencionados previamente. Esto es, suponga que está jugando el mismo juego  $G$ , con los mismos jugadores, año tras año. Uno puede considerar esta situación como un único gran juego –el denominado *superjuego* de  $G$ , denotado por  $G^\infty$ – cuyas reglas son, “juega  $G$  cada año”. La idea es aplicar los conceptos de equilibrio antes mencionados al superjuego  $G^\infty$ , en vez de al juego que se realiza una sola vez  $G$ , y ver lo que sale.

La teoría de los juegos repetidos que surge de este proceso es extremadamente rica y profunda (buenas –aunque un tanto anticuadas– revisiones en Sorin (1992), Zamir (1992) y Forges (1992)). En los pocos minutos de los que dispongo, apenas puedo rascar su superficie. En todo caso, permítanme intentarlo. Analizaré brevemente solo un aspecto: lo relacionado con la *cooperación*. A grandes rasgos, la conclusión es que

### **La repetición hace posible la cooperación.**

Desarrollemos esto un poco más. Utilizamos el término *cooperativo* para describir cualquier resultado posible de un juego, siempre y cuando ningún jugador pueda *garantizar* un mejor resultado para sí mismo. Es importante resaltar el hecho de que, en general, un resultado cooperativo *no* está en equilibrio; es el resultado de un acuerdo. Por ejemplo, en el bien conocido juego “dilema del prisionero”, el resultado en el que ningún prisionero confiesa es el resultado cooperativo; no es lo mejor para ninguno de los dos jugadores, aunque es mejor para ambos que el equilibrio único.

Un ejemplo todavía más sencillo es el juego siguiente  $H$ : hay dos jugadores, Rowena y Colin. Rowena debe decidir si ambos, ella y Colin, cobrarán la misma cantidad –concretamente 10– o si ella cobrará diez veces más, y Colin diez veces menos. Simultáneamente, Colin debe decidir si

llevará o no llevará a cabo una acción de castigo, que les causará daño a ambos, a Rowena y a él mismo; si lo hace, se arruina la división propuesta por Rowena y, en su lugar, cada uno de ellos obtiene cero. La matriz del juego es

	Consentir (A)		Castigar (P)	
Dividir Equitativamente (E)	10	10	0	0
Dividir con Avaricia (G)	100	1	0	0

El resultado (E,A), que le da 10 a cada jugador, es un resultado cooperativo, ya que ningún jugador puede garantizar más para sí mismo; pero, al igual que ocurre en el dilema del prisionero, no se puede lograr en equilibrio.

¿Cuál es la causa de que, aunque no se puedan lograr en equilibrio, sean interesantes los resultados cooperativos? La razón es que se pueden lograr por medio de contrato –por acuerdo– en aquellos contextos en los que los *contratos se pueden hacer cumplir*. Y hay muchos contextos de este tipo; por ejemplo, un contexto nacional, con un sistema judicial. El Talmud (Avot 3, 2) dice,

הוי מתפלל בשלומה של מלכות, שאלמלא מוראה, איש את רעהו חיים בלעו.

“Reza por el bienestar del gobierno, porque sin su autoridad el hombre se tragaría al hombre vivo”. Si los contratos se pueden hacer cumplir, Rowena y Colin pueden lograr el resultado cooperativo (E,A) mediante acuerdo; en caso contrario, (E,A) es, a efectos prácticos, algo inalcanzable.

La teoría de los juegos cooperativos que se ha desarrollado sobre la base de estas consideraciones precede a la obra de Nash en torno a una década (von Neumann y Morgenstern, 1944). Es muy rica y fructífera y, a mi juicio, ha dado como fruto *la* intuición fundamental derivada de la teoría de juegos. Sin embargo, no analizaremos aquí estas contribuciones; quedan para otro Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel, en el futuro.

Lo que sí deseo analizar aquí es la relación de la teoría de los juegos cooperativos con los juegos repetidos. La idea fundamental es que la repetición es como un mecanismo de reforzamiento, que hace posible la aparición de resultados cooperativos *en equilibrio* –cuando todo el mundo está actuando según lo que más le conviene.

Intuitivamente, esto es algo bien conocido y comprendido. La gente es mucho más cooperativa en una relación de largo plazo. Saben que hay un mañana, que en el futuro se castigará la conducta inapropiada. Un hombre de negocios que engaña a sus clientes es posible que obtenga beneficios a corto plazo, pero no se mantendrá en el negocio mucho tiempo.

Permítanme que ilustre esto con el juego  $H$ . Si se juega una única vez, Rowena estará claramente mejor dividiendo con avaricia (**G**) y Colin consintiendo (**A**). (En efecto, estas estrategias son *dominantes*). A Colin no le gustará mucho este resultado –no obtiene nada– pero no puede hacer gran cosa a este respecto. Técnicamente, el *único* equilibrio es (**G,A**).

Sin embargo, en el superjuego  $H^\infty$ , Colin puede hacer algo. Puede *amenazar* con castigar (**P**) a Rowena en todas las fases posteriores si ella divide siempre con avaricia (**G**). Consecuentemente, no le merecerá la pena dividir con avaricia. En efecto, en  $H^\infty$  existe realmente un equilibrio en el sentido de Nash. La estrategia de Rowena es “juega **E** siempre”; la estrategia de Colin es “juega **A** siempre que Rowena haya jugado hasta ese momento **E**; si ella juega **G** alguna vez, opta por **P** siempre a continuación”.

Seamos completamente claros a este respecto. Lo que está manteniendo el equilibrio en estos juegos es la *amenaza de castigo*. Si lo desea, llámelo “DMA” –destrucción mutua asegurada, el lema de la guerra fría.

Se precisa una salvedad para que todo esto funcione. La tasa de descuento no debe ser muy elevada. Basta con que esté un poco por encima del 10% –si 1\$ en un año vale menos que 90 céntimos hoy– para que la cooperación sea imposible, debido a que aún le merece la pena a Rowena el ser avariciosa. La razón es que incluso si Colin la castiga –y se castiga a sí mismo!– siempre en el futuro, cuando se valora hoy, todo el castigo eterno vale menos que 90 \$, que es todo lo que gana Rowena hoy dividiendo con avaricia en vez de hacerlo a partes iguales.

No me refiero simplemente a la tasa de descuento monetaria, la que uno obtiene en el banco. Me refiero a la tasa de descuento personal, subjetiva. Para que la repetición engendre cooperación, los jugadores no deben estar demasiado ansiosos por los resultados inmediatos. El presente, el ahora, no debe ser demasiado importante. Si quieres la paz ahora mismo, es posible que nunca la consigas. Sin embargo, si tienes tiempo –si puedes esperar– este hecho cambia toda la situación; *entonces* es posible que logres la paz ahora. Ésta es una de esas intuiciones vueltas del revés, paradójicas, de la teoría de juegos y, en realidad, de gran parte de la ciencia. Hace justamente una o dos semanas que me enteré de que es posible que el calentamiento global cause un enfriamiento de Europa debido a que puede causar un cambio en la dirección de la corriente del Golfo. El calentamiento puede llevar al enfriamiento. El deseo de lograr la paz ahora puede llevar a que nunca la logre –que no se logre ahora y que tampoco se logre en el futuro. Sin embargo, si puede esperar, tal vez se logre ahora.

La razón es la que ya hemos mencionado previamente: las estrategias que logran la cooperación en un equilibrio del superjuego incluyen castigos en las fases posteriores si no hay cooperación en la fase actual. Si las tasas de descuento son muy elevadas, los jugadores están más interesados en el presente que en el futuro, y la ganancia que se puede extraer ahora es posible que compense con creces las pérdidas posteriores. Esto da lugar a que la amenaza de recibir castigo en las etapas futuras pierda importancia.

En resumen: en el superjuego  $H^\infty$  del juego  $H$ , se puede lograr el resultado cooperativo  $(E, A)$  en equilibrio. Este es un caso especial de un principio mucho más general, conocido como el *Teorema Popular*, que dice que se puede lograr *cualquier* resultado cooperativo de *cualquier* juego  $G$  como un resultado de equilibrio estratégico de su superjuego  $G^\infty$  –incluso si ese resultado no es un resultado de equilibrio de  $G$ . A la inversa, cada resultado de equilibrio estratégico de  $G^\infty$  es un resultado cooperativo de  $G$ . En resumen, para cualquier juego  $G$ , tenemos

**EL TEOREMA POPULAR: Los resultados cooperativos de  $G$  coinciden con los resultados de equilibrio de su superjuego  $G^\infty$ .**

Dicho de otra forma, la repetición actúa como un mecanismo de reforzamiento: lleva a que se pueda lograr la cooperación en aquellos casos en los que no se puede lograr en un juego de una sola vez. Por supuesto, se mantiene la salvedad señalada previamente: para que esto funcione, la tasa de descuento de todos los agentes debe ser baja; no deben estar demasiado interesados en el presente si se le compara con el futuro.

Es preciso señalar otro punto, y éste se relaciona de nuevo con el Premio de 1994. John Nash obtuvo el Premio por su desarrollo del equilibrio. Reinhard Selten obtuvo el Premio por su desarrollo del equilibrio *perfecto*. Equilibrio perfecto significa, aproximadamente, que la amenaza de castigo es *creíble*; que *si* usted tiene que castigar, una vez que usted castigue, todavía estará en equilibrio –usted no tiene un incentivo para desviarse.

Ése *no* es ciertamente el caso para el equilibrio que hemos descrito en el superjuego  $H^\infty$  del juego  $H$ . Si Rowena opta por  $G$  a pesar de la amenaza de Colin, entonces a Colin *no* le interesa castigar eternamente. Ello nos lleva a una pregunta: ¿se puede mantener  $(E, A)$  en un juego repetido y no sólo en el equilibrio estratégico sino también en el equilibrio *perfecto*?

La respuesta es sí. En 1976, Lloyd Shapley –a quien considero el teórico de los juegos más grande de todos los tiempos– y yo mismo demostramos lo que se conoce como el *Teorema Popular Perfecto*; un resultado similar fue establecido por Ariel Rubinstein, de forma independiente y simultáneamente. Ambos resultados se publicaron mucho más tarde (Aumann y Shapley, 1994; Rubinstein, 1994). El Teorema Popular Perfecto dice que en el superjuego  $G^\infty$  de cualquier  $G$ , se puede lograr cualquier resultado cooperativo de  $G$  como un resultado de equilibrio *perfecto* de  $G^\infty$  –de nuevo, incluso si ese resultado no es un resultado de equilibrio de  $G$ . Por supuesto, se cumple también lo contrario. En síntesis, para cualquier juego  $G$ , tenemos

**EL TEOREMA POPULAR PERFECTO: Los resultados cooperativos de  $G$  coinciden con los resultados en clave de equilibrio perfecto de su superjuego  $G^\infty$ .**

De nuevo, pues, la repetición actúa como un mecanismo de reforzamiento: Permite que se pueda lograr la cooperación cuando no se puede



lograr en un juego de una sola vez, incluso cuando uno sustituye, como criterio a lograr, el equilibrio estratégico por el, más restrictivo, criterio de equilibrio *perfecto*. De nuevo, se debe aplicar la salvedad respecto a la tasa de descuento: para que esto funcione, la tasa de descuento de todos los agentes debe ser baja; no deben estar demasiado interesados en el presente cuando se le compara con el futuro.

La prueba del Teorema Popular Perfecto es muy interesante, y la ilustraré de una forma muy superficial en el juego *H*, para el resultado cooperativo **(E,A)**. En primer lugar, el equilibrio lleva a que se opte por **(E,A)** siempre. Si Rowena se desvía dividiendo con avaricia **(G)**, Colin la castiga –opta por **(P)**. Sin embargo, no hace esto eternamente, sino sólo hasta que la desviación de Rowena se convierte en no rentable. Con todo, esto no es en sí mismo suficiente; debe haber algo que impulse a Colin a llevar a cabo el castigo. Y es aquí donde aparece la idea central de la prueba: si Colin no castiga a Rowena, entonces Rowena debe castigar a Colin –optando por **G**– por el hecho de no castigarla. Además, el proceso continúa –cualquier jugador que no lleva a cabo el castigo prescrito sufre el castigo del otro jugador por el hecho de no hacerlo.

Gran parte de la sociedad se mantiene unida por este tipo de razonamiento. Si te detiene un policía por correr mucho, no le ofreces un soborno, porque temes que te acusará por ofrecérselo. Ahora bien, ¿cuál es la causa de que él no acepte el soborno? La razón es que teme que tú le acuses por aceptarlo. ¿Y por qué desearías tú acusarlo? La respuesta es que si no lo haces él podría acusarte por no acusarlo. Y así sucesivamente.

Esto nos lleva a nuestro último punto. La teoría de los juegos cooperativos consiste no sólo en describir todos los posibles resultados cooperativos, sino también en elegir entre ellos. Hay varias formas de hacer esto, pero la más conocida quizás sea el concepto de *núcleo*, desarrollado por Lloyd Shapley a principios de los cincuenta del pasado siglo. Se dice que un resultado *x* de un juego está en su “núcleo” si ningún conjunto *S* de jugadores puede *mejorarlo* –es decir, garantizar a cada jugador de *S* un resultado mejor que el que logra en *x*. Entre otras cosas, el concepto de núcleo es clave en las aplicaciones de la teoría de juegos a la ciencia económica; concretamente, los resultados del núcleo de una economía con muchos agentes insignificantes individualmente son los mismos que los resultados competitivos (conocidos también como Walrasianos) –aquellos definidos por un sistema de precios en el que coincide la oferta de cada bien con su demanda (véase, por ejemplo, Debreu y Scarf, 1963, Aumann, 1964). Otra aplicación destacada del núcleo es la relacionada con el *emparejamiento* de mercados (véase, por ejemplo, Gale y Shapley, 1962, Roth y Sotomayor, 1990). El núcleo tiene también muchas otras aplicaciones (para revisiones, véanse Anderson, 1992; Gabszewicz y Shitovitz, 1992; Kannai, 1992; Kurz, 1994 y Young, 1994).

En este caso hay, de nuevo, una fuerte conexión con el equilibrio en los juegos repetidos. Cuando los jugadores de un juego están en equilibrio (estratégico), no le merece la pena a ninguno de ellos el desviarse hacia una estrategia diferente. El equilibrio *fuerte* se define de una forma similar, con la excepción de que no le merece la pena a ningún *conjunto*

de jugadores el desviarse –al menos uno de los jugadores que se desvíe no ganará por el hecho de desviarse. Tenemos pues el siguiente

**TEOREMA (AUMANN, 1959): Los resultados del núcleo de  $G$  coinciden con los resultados del equilibrio fuerte de su superjuego  $G^\infty$ .**

En su tesis de 1950, en la que desarrolló la noción de equilibrio estratégico, por la que obtuvo en 1994 el Premio en Ciencias Económicas en honor de Alfred Nobel, John Nash, propuso también lo que ha terminado denominándose el *Programa de Nash* –expresando las nociones de la teoría de los juegos cooperativos en términos de alguna forma de juegos no cooperativos definidos adecuadamente; construyendo un puente entre la teoría de juegos cooperativa y no cooperativa. Los tres teoremas presentados más arriba muestran que la repetición constituye exactamente tal puente –es la realización del Programa de Nash.

Terminemos con un pasaje del profeta Isaías (2, 2–4):

והיה באחרית הימים, נכון יהיה הר בית יי בראש ההרים, ונישא מגבעות, ונהרו אליו כל הגוים. והלכו עמים רבים ואמרו, לכו ונעלה אל הר יי, אל בית אלהי יעקב, ויורנו מדרכיו, ונלכה באורחותיו; כי מציון תצא תורה, ודבר יי מירושלם. ושפט בין הגוים, והוכיח לעמים רבים; וכיתתו חרבותם לאיתים, וחניתותיהם למזמרות; לא ישא גוי אל גוי חרב, ולא ילמדו עוד מלחמה.

“Y correrán a él... y vendrán muchedumbres de pueblos, diciendo:... subamos al monte de Yavé,... y Él nos enseñará sus caminos, e iremos por sus sendas,... Y Él juzgará a las gentes y dictará sus leyes a numerosos pueblos, que de sus espadas harán rejas de arado, y de sus lanzas, hoces. No alzarán la espada gente contra gente, ni se ejercitarán para la guerra”.

Isaías nos está diciendo que las naciones pueden convertir sus espadas en rejas cuando hay un gobierno central –un Señor reconocido por todos. En ausencia del mismo, uno quizás *pueda* tener paz– que ninguna nación alce su espada contra otra. Pero las espadas deben seguir estando ahí –no pueden convertirse en rejas– y las naciones deben continuar la labor de *entender* la guerra, ¡para *no* luchar!

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, R. M. (1992): “The Core in Perfectly Competitive Economies”, en Aumann, R. J. y Hart, S. (eds.), *Handbook of Game Theory, with economic applications*, vol. 1, Elsevier, Amsterdam, pp. 413-457.
- Aumann, R. J. (1959): “Acceptable Points in General Cooperative  $n$ -Person Games”, en A. W. Tucker y R. D. Luce (eds.), *Contributions to the Theory of Games IV*, Annals of Mathematics Study 40, Princeton, The University Press, pp. 287-324.
- Aumann, R. J. (1964): “Markets with a Continuum of Traders”, *Econometrica*, vol. 32, n° 1-2, pp. 39-50.

- Aumann, R. J. (1974): "Subjectivity and Correlation in Randomized Strategies", *Journal of Mathematical Economics*, vol. 1, nº 1, marzo, pp. 67-96.
- Aumann, R. J. (1987): "Correlated Equilibrium as an Expression of Bayesian Rationality", *Econometrica*, vol. 55, nº 1, pp. 1-18.
- Aumann, R. J. y Hart, S. (eds.) (1992, 1994, 2002): *Handbook of Game Theory, with economic applications*, vols. 1, 2, 3, Elsevier, Amsterdam.
- Aumann, R. J. y Shapley, L. S. (1994): "Long-Term Competition: A Game-Theoretic Analysis", en Megiddo, N. (ed.) *Essays in Game Theory in Honor of Michael Maschler*, Springer, Nueva York, pp. 1-15.
- Debreu, G. y Scarf, H. (1963): "A Limit Theorem on the Core of an Economy", *International Economic Review*, vol. 4, nº 3, pp. 235-246.
- Forges, F. (1992): "Repeated Games of Incomplete Information: Non-Zero-Sum", en Aumann, R. J. y Hart, S. (eds.), *Handbook of Game Theory, with economic applications*, vol. 1, Elsevier, Amsterdam, pp. 155-177.
- Gabszewicz, J. J. y Shitovitz, B. (1992): "The Core in Imperfectly Competitive Economies", en Aumann, R. J. y Hart, S. (eds.), *Handbook of Game Theory, with economic applications*, vol. 1, Elsevier, Amsterdam, pp. 459-483.
- Gale, D. y Shapley, L. S. (1962): "College Admissions and the Stability of Marriage", *American Mathematical Monthly*, vol. 69, nº 1, pp. 9-15.
- Kannai, Y. (1992): "The Core and Balancedness", en Aumann, R. J. y Hart, S. (eds.), *Handbook of Game Theory, with economic applications*, vol. 1, Elsevier, Amsterdam, pp. 355-395.
- Kurz, M. (1994): "Game Theory and Public Economics", en Aumann, R. J. y Hart, S. (eds.), *Handbook of Game Theory, with economic applications*, vol. 2, Elsevier, Amsterdam, pp. 1153-1192.
- Peleg, B. (1992): "Axiomatizations of the Core," en Aumann, R. J. y Hart, S. (eds.), *Handbook of Game Theory, with economic applications*, vol. 1, Elsevier, Amsterdam, pp. 397-412.
- Roth, A. y Sotomayor, M. (1990): *Two-Sided Matching: A Study in Game-Theoretic Modeling and Analysis*, Econometric Society Monograph Series, The University Press, Cambridge.
- Rubinstein, A. (1994): "Equilibrium in Supergames," en Megiddo, N. (ed.), *Essays in Game Theory in Honor of Michael Maschler*, Springer, Nueva York, pp. 17-28.
- Sorin, S. (1992): "Repeated Games with Complete Information", en Aumann, R. J. y Hart, S. (eds.), *Handbook of Game Theory, with economic applications*, vol. 1, Elsevier, Amsterdam, pp. 71-107.

von Neumann, J. y Morgenstern, O. (1944): *Theory of Games and Economic Behavior*, The University Press, Princeton.

Wilson, R. (1992): "Strategic Analysis of Auctions", en Aumann, R. J. y Hart, S. (eds.), *Handbook of Game Theory, with economic applications*, vol. 1, Elsevier, Amsterdam, pp. 227-279.

Young, H. P. (1994): "Cost Allocation", en Aumann, R. J. y Hart, S. (eds.), *Handbook of Game Theory, with economic applications*, vol. 2, Elsevier, Amsterdam, pp. 1193-1236.

Zamir, S. (1992): "Repeated Games of Incomplete Information: Zero-Sum", en Aumann, R. J. y Hart, S. (eds.), *Handbook of Game Theory, with economic applications*, vol. 1, Elsevier, Amsterdam, pp. 109-154.

#### ABSTRACT

"Wars and other conflicts are among the main sources of human misery." Thus begins the Advanced Information Sciences announcement of the 2005 Bank of Sweden Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel, awarded for Game Theory Analysis of Conflict and Cooperation. So it is appropriate to devote this lecture to one of the most pressing and profound issues that confront humanity: that of War and Peace. I would like to suggest that we should perhaps change direction in our efforts to bring about world peace. Up to now all the effort has been put into resolving specific conflicts. I'd like to suggest that we should shift emphasis and study war in general, defining characteristics, what the common denominators are, what the differences are. Historically, sociologically, psychologically, and – yes – rationally. Why does homo economicus – rational man – go to war? The bottom line is – again – that we should start studying war, from all viewpoints, for its own sake. Try to understand what makes it happen. Pure, basic science. That may lead, eventually, to peace.

*Key words:* Nobel lecture, Robert J. Aumann, war and peace, game theory, conflict and cooperation.