
Introducción. Ideas generales sobre la teoría de juegos

PID_00268976

Ignacio Sánchez-Cuenca

Tiempo mínimo de dedicación recomendado: 1 hora



Ignacio Sánchez-Cuenca

La revisión de este recurso de aprendizaje UOC ha sido coordinada por el profesor: Albert Batlle (2019)

Segunda edición: septiembre 2019
© Ignacio Sánchez-Cuenca
Todos los derechos reservados
© de esta edición, FUOC, 2019
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona
Realización editorial: FUOC

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño general y la cubierta, puede ser copiada, reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea éste eléctrico, químico, mecánico, óptico, grabación, fotocopia, o cualquier otro, sin la previa autorización escrita de los titulares del copyright.

Índice

Introducción.....	5
1. Breve historia de la teoría de juegos.....	7
2. Teoría de juegos y relaciones internacionales.....	9
3. Teoría de juegos y debate metodológico.....	12
Bibliografía.....	15

Introducción

A la hora de estudiar la acción racional, se suele hacer una distinción básica entre **situaciones paramétricas** y **situaciones estratégicas**:

- En las situaciones paramétricas el agente conoce todos los parámetros que afectan a su decisión. Por ejemplo, cuando un consumidor se dirige al mercado a comprar un bien, los parámetros relevantes son los precios de los bienes y la restricción presupuestaria del consumidor. En este caso, la decisión, además de ser paramétrica, se lleva a cabo con **certidumbre**: el agente conoce los valores de todos los parámetros (sabe cuánto cuestan los diferentes bienes y de cuánto dinero dispone para gastarse).

En cambio, si un agente decide comprar un billete de lotería, su decisión, incluso siendo paramétrica, se toma bajo **riesgo**, puesto que el agente no puede saber por adelantado si el billete adquirido resultará premiado o no. No obstante, el agente puede conocer la probabilidad de recibir el premio (si se sortean 100.000 números, la probabilidad de ganar será $1/100.000$). Si el agente ni siquiera conoce esta probabilidad, entonces decimos que su decisión se lleva a cabo bajo **incertidumbre**. Por ejemplo, si el agente invierte en bolsa, no sabe por adelantado qué probabilidad tiene de ganar o perder. El agente podrá tener estimaciones personales o subjetivas de cómo evolucionará la bolsa, pero no se trata de una probabilidad objetiva como la del caso de la lotería.

- En las **situaciones estratégicas**, los resultados de la acción o elección del agente no dependen solamente de parámetros. Además de los parámetros, el resultado de la acción depende de lo que hagan otras personas. Decimos que **hay interacción estratégica** entre diferentes agentes cuando la acción de cada uno depende de las expectativas que tengan sobre lo que vayan a hacer los demás. Supongamos el caso más sencillo, una situación estratégica entre dos agentes, *A* y *B*. Lo que haga *A* depende de lo que crea que hará *B*, pero a su vez lo que *B* haga depende de lo que crea que hará *A*.

Piedra, papel, tijera

Pensemos en un caso muy sencillo, el juego de piedra, papel, tijera. *A* sacará tijera si piensa que *B* sacará papel, pero *B* sacará piedra si piensa que *A* sacará tijera. Ahora bien, si *A* sabe que esto es lo que *B* piensa, en realidad tendría que sacar papel, en cuyo caso *B* tendría que sacar tijera, y así sucesivamente.

Como en el ejemplo de «piedra, papel, tijera», podría parecer que el encadenamiento de las expectativas de los agentes que tiene lugar en una situación estratégica origina un tipo de círculo vicioso o una vuelta al infinito que les impide tomar una decisión. Por suerte, la teoría de juegos se encarga de demostrar que esto no es así y que las situaciones estratégicas tienen «soluciones» racionales. En el caso del juego «piedra, papel, tijera», la teoría recomendaría a cada jugador, por razones que se exponen en detalle en el módulo "Juegos en forma normal o estratégica", que tomara la decisión al azar y eligiera con la misma probabilidad cada una de las opciones posibles.

Mientras que la teoría de juegos se ocupa de las situaciones estratégicas, la teoría de la decisión (o teoría de la utilidad) estudia las situaciones paramétricas.

Este reparto del trabajo no implica, sin embargo, que se trate de dos teorías independientes. Como veremos en el módulo "El principio de racionalidad y la teoría de la utilidad", la teoría de juegos se construye sobre los fundamentos que proporciona la teoría de la decisión.

Situaciones estratégicas

Las situaciones estratégicas se dan en multitud de ámbitos. Hay dependencia estratégica cuando dos empresas en un duopolio tienen que fijar el nivel de producción, cuando dos jugadores de ajedrez se enfrentan en una partida, cuando un sindicato negocia con una empresa, cuando los partidos políticos compiten en las elecciones, cuando los ejércitos luchan en una batalla, cuando diferentes grupos étnicos tienen que organizar la convivencia en un mismo territorio, cuando en un parlamento los representantes establecen coaliciones para formar un gobierno, cuando una organización terrorista presiona a un estado, cuando se hace una subasta, etc.

1. Breve historia de la teoría de juegos

Históricamente, la teoría de juegos empezó analizando juegos de cartas como el póquer. El término *juego* se conservó incluso cuando la teoría abandonó el estudio de los auténticos juegos y pasó a considerar situaciones estratégicas en general. Un juego, en este sentido, es cualquier situación estratégica. El primer trabajo importante sobre esta materia es el libro *Theory of Games and Economic Behavior*, publicado en 1944 por Von Neumann (un gran físico y matemático) y Morgenstern (un economista austríaco). En este libro se proponía, entre otras cosas, una nueva teoría de la utilidad (cuyas líneas generales se exponen en el módulo "El principio de racionalidad y la teoría de la utilidad") y una solución algorítmica para los juegos de suma cero, en los que lo que uno gana el otro lo pierde. Demostraron que estos juegos, a pesar de que son poco frecuentes en la realidad, tienen una solución sencilla y elegante desde el punto de vista matemático.

No obstante, las principales aportaciones se producen con la publicación de diferentes trabajos sobre teoría de juegos a cargo del matemático **John Nash** entre los años 1950 y 1953. Nash propuso una noción general y simple de equilibrio –el llamado **equilibrio de Nash**, que se estudia en el módulo "Juegos en forma normal o estratégica"–, entendiendo por *equilibrio* una situación en la que ninguno de los jugadores tiene incentivos para cambiar su elección. Esta noción se aplica del mismo modo a los juegos de suma cero, en los que la divergencia de intereses es total, y a los juegos de suma diferente de cero, en los que esta divergencia es solamente parcial. En un equilibrio de Nash, los jugadores solo van provistos de su racionalidad (intentan maximizar su utilidad) y no pueden llegar a acuerdos que no se sostengan sobre los propios intereses de los jugadores. Cuando esto sucede, que no hay posibilidad de establecer acuerdos con un cumplimiento garantizado por una tercera parte, se habla de juegos no cooperativos. En este curso solo examinaremos los juegos no cooperativos y dejaremos de lado los cooperativos.

Las aplicaciones y los desarrollos de la teoría de juegos tardaron tiempo en adquirir notoriedad. Hasta bien avanzados los sesenta no se hacen nuevos avances teóricos importantes. **John Harsanyi** propuso su teoría de juegos de información incompleta y **Richard Selten**, ya en los setenta, ofreció nuevas nociones de equilibrio más refinadas, teniendo en cuenta los problemas de credibilidad de las promesas y amenazas que pueden intervenir en los juegos. Además, Harsanyi y Selten colaboraron en un ambicioso proyecto destinado a proponer una teoría general del equilibrio válida para cualquier tipo de juego, que culminó con la publicación del libro *A General Theory of Equilibrium Selection in Games* en 1988.

Bibliografía

J. von Neumann; O. Morgenstern (1944). *Theory of Games and Economic Behavior* (3.ª ed. 1980). Princeton: Princeton University Press.

Bibliografía

J. F. Nash (1996). *Essays on Game Theory*. Cheltenham: Edward Elgar.

Bibliografía

J. Harsanyi; R. Selten (1988). *A General Theory of Equilibrium Selection in Games*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

H. W. Kuhn (ed.) (1997). *Classics in Game Theory*. Princeton: Princeton University Press.

E. R. Weintraub (ed.) (1992). *Toward a History of Game Theory*. Durham: Duke University Press.

Estos tres autores, Nash, Harsanyi y Selten, recibieron el premio Nobel de Economía en 1994 por sus decisivas contribuciones a la teoría de juegos. Durante los años ochenta se avanzó muy notablemente en lo que se conoce como los **refinamientos del equilibrio de Nash** y se establecieron los primeros modelos de negociación basados en la teoría de juegos no cooperativos (ver el módulo “Juegos repetidos”). Durante la última década quizá lo más importante ha sido el rápido desarrollo de modelos de aprendizaje y racionalidad limitada, en los que no es necesario hacer supuestos tan exigentes sobre la capacidad de cálculo y anticipación de los agentes.

2. Teoría de juegos y relaciones internacionales

La teoría de juegos fue penetrando lenta pero inexorablemente en la **teoría económica**, y en la actualidad no es extraño que los manuales de microeconomía se expongan en términos de esta teoría. La teoría de juegos ha resultado extremadamente útil en economía para entender todos los intercambios entre agentes en los que hay información asimétrica: una de las partes sabe más que la otra, tiene información que los otros no tienen.

Pero la teoría de juegos ha tenido un impacto muy notable en otras disciplinas. En **biología**, gracias al trabajo pionero de **John Maynard Smith**, se demostró que esta teoría se podía aplicar para explicar un notable número de comportamientos de las especies animales. Por supuesto, no es que se atribuya racionalidad a los animales, pero el mecanismo de selección natural ejerce un papel análogo. Sencillamente, los miembros de una especie que desarrollen ciertas estrategias producirán más descendencia, de modo que los mecanismos evolutivos acaban produciendo los mismos equilibrios que aquellos a los cuales se habría llegado si los animales hubieran sido racionales.

En **ciencias sociales**, es en la ciencia política donde la teoría de juegos ha sido especialmente importante. En la medida en que la ciencia política estudia muchas situaciones estratégicas (negociaciones entre estados, competición entre partidos, relaciones entre grupos de interés y gobiernos, conflictos entre instituciones, etc.), la teoría de juegos ha encontrado un terreno especialmente fértil. En este contexto, se entiende que la teoría de juegos proporciona el instrumental analítico más útil para poder extender el enfoque de elección racional importado de la economía a la ciencia política. Así, se considera que la teoría de juegos es una parte fundamental de lo que a veces se conoce como **teoría de la elección racional**. Dentro de la teoría de la elección racional se incluyen otras muchas cosas, como los modelos espaciales de la política o la teoría de la acción colectiva, pero en el fondo se trata de desarrollos especiales de la teoría de juegos para la ciencia política.

Para bien o para mal, el uso de modelos de la teoría de juegos se ha vuelto habitual en las principales revistas de ciencia política. Cada vez es más frecuente encontrar modelos en las páginas de la *American Political Science Review*, *American Journal of Political Science*, *European Journal of Political Research*, *Journal of Theoretical Politics*, *Rationality & Society*, e incluso en revistas más «tradicionales», como *World Politics* e *International Organization*. El politólogo ya no se puede permitir desconocer la teoría de juegos, puesto que ha pasado a ser una herramienta casi tan importante como las técnicas estadísticas de análisis de datos.

Bibliografía

J. Maynard Smith (1982). *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge: Cambridge University Press.

Bibliografía

W. Riker (1992). «The entry of game theory in political science». En: Weintraub (ed.) (1992). *Toward a History of Game Theory* (págs. 207-224). Durham: Duke University Press.

Desde sus principios, la teoría de juegos tuvo sus aplicaciones en el campo de las relaciones internacionales. Fue precisamente utilizada para entender el desarrollo de la guerra fría entre Estados Unidos y la Unión Soviética e influyó de manera importante en la estrategia militar de la época: ¿se debía utilizar el arsenal nuclear? ¿Bajo qué circunstancias? ¿Con qué objetivos? ¿Cuál sería la respuesta del otro jugador? ¿Cuál es la ventaja de “golpear primero”? La idea intuitiva y fundamental según la cual los Estados interactúan en un escenario anárquico en el que no existe un “gobierno mundial” que limite sus estrategias y comportamientos pudo desarrollarse a través del aparato deductivo de la teoría de juegos. Evidentemente, más allá de cuáles fueran sus aplicaciones concretas iniciales, detrás este desarrollo había tres concepciones fundamentales: (1) los estados son los agentes más importantes de las relaciones internacionales; (2) los estados actúan de manera interdependiente en un contexto de anarquía, y (3) los estados son actores racionales y con su comportamiento buscan satisfacer sus propios intereses, aunque esto pueda llegar a lesionar los intereses de otros estados (es decir, los estados desean “maximizar su utilidad”). Estas tres concepciones vinculan la teoría de juegos con una concepción “realista” de las relaciones internacionales. Así pues, la teoría de juegos intenta explicar las relaciones internacionales a través del análisis del comportamiento real de los estados. Y la teoría de juegos relaciona este comportamiento observable de los estados con sus preferencias: en la medida en que se supone que estos actores políticos son racionales, se entiende que los estados siempre elegirán la mejor alternativa posible, la alternativa que maximice su función de utilidad. En resumen, la teoría de juegos está fundamentalmente interesada en la optimización de las estrategias (p. ej., seleccionar la alternativa que proporciona más utilidad) o, en sentido contrario, está interesada en la ineficiencia, en explicar cómo es posible que, aunque los actores sean racionales, a veces se produzcan resultados colectivos que dejan a los actores (estados) en una peor situación de la que podrían haber conseguido.

En el campo de las relaciones internacionales, la aplicación de la teoría de juegos supone la necesidad de identificar con precisión cuáles son los actores relevantes, cuáles son sus objetivos, cuáles son sus posibles estrategias y cuáles son las recompensas asociadas a cada estrategia. Es decir, en primer lugar, cabe determinar si realmente los estados son el actor principal de las relaciones internacionales y si no hay otro actor con influencia suficiente en el resultado final (como, por ejemplo, organizaciones internacionales, grandes empresas multinacionales o grupos de presión...), en cuyo caso se deberían incorporar al análisis. En segundo lugar, también es necesario corroborar que el estado sea un actor unitario, es decir, que no incluya diferentes actores con preferencias distintas o, dicho en otras palabras, que sea posible identificar de forma unívoca cuál es el orden de preferencias de este estado entre las distintas alternativas. Finalmente, debemos conocer cuántos actores están involucrados en el juego: ciertamente muchos ejemplos concretos de relaciones internacionales tienen un carácter bilateral (son juegos de dos jugadores) pero otros ejemplos implican a más de dos jugadores.

Por otra parte, debe ser posible identificar cuáles son los objetivos del estado, es decir, qué es lo que permite dar contenido a la expresión *maximización de la utilidad*. En el ámbito de las relaciones internacionales es normal entender que conceptos como seguridad, poder, territorio o desarrollo económico sean los parámetros que utilizan los estados a la hora de interpretar el valor relativo de las posibles estrategias a su alcance.

Precisamente, en tercer lugar, deben comprenderse cuáles son estas estrategias al alcance de los estados. Una estrategia es un plan de acción completo que cubre todas las contingencias posibles (incluso la probabilidad de que se produzca un hecho fortuito). Muchos de los modelos derivados de la teoría de juegos resumen las posibles estrategias de los estados a la idea binaria de cooperar y no cooperar. Obviamente, estas estrategias deben contemplar el hecho de que los otros estados también “juegan a las relaciones internacionales” y que sus decisiones pueden afectar a las del primero (este es precisamente el sentido de la palabra *interdependencia*).

Finalmente, debe ser posible determinar los pagos, las recompensas que cada actor recibe al final del juego en función de la estrategia seguida. Estas recompensas (o *payoffs*) deben ser identificadas antes de la construcción del juego. Muchas veces solo es necesario identificar las recompensas de manera ordinal, es decir, solo es necesario asociar los posibles resultados del juego a una posición relativa en el orden de preferencias de los actores. En otras ocasiones es posible establecer una relación cardinal entre los pagos, con lo que el juego es mucho más rico en términos de comparabilidad.

La teoría de juegos aplicada a las relaciones internacionales tan solo puede ofrecer explicaciones de carácter limitado. La complejidad del mundo hace que los contextos estratégicos, las preferencias de los actores, sus estrategias y sus recompensas solamente puedan interpretarse correctamente con la ayuda de disciplinas como la economía, la ciencia política, la sociología, el derecho o la historia. Sin embargo, una vez que estos elementos están claros, al emplear modelos de teoría de juegos, el analista se compromete a ser transparente en los supuestos que hace. Del mismo modo, el modelo garantiza que haya una conexión lógica entre estos supuestos y las hipótesis últimas que se deriven del equilibrio encontrado. Se gana, por lo tanto, en rigor y claridad. Como contrapartida, los modelos obligan a dejar de lado un montón de información empírica detallada que puede ser extremadamente interesante, pero que, según la teoría, no es necesaria para entender el asunto que se esté analizando.

3. Teoría de juegos y debate metodológico

La teoría de la elección racional y la teoría de juegos han sido objeto de una intensa discusión metodológica en la ciencia política y también en la sociología, sobre todo a partir de la publicación en 1994 del libro de Donald Green e Ian Shapiro *Pathologies of Rational Choice*. Se ha acusado a esta teoría de estar más preocupada por la elegancia formal de los modelos que por su relevancia empírica; igualmente, se ha objetado que, cuando la teoría se interesa por la realidad, suele ser inmune a los fracasos, puesto que siempre se pueden hacer modificaciones *ad hoc* de los modelos hasta que estos se ajusten a los hechos. Según la opinión de sus críticos, la teoría de la elección racional está lastrada por sus planteamientos universalistas (aplicación sin restricciones del supuesto de racionalidad) y por su exceso de ambición.

Evidentemente, este no es el momento de entrar en discusiones metodológicas. Con todo, sí es posible hacer algunas observaciones generales sobre las ventajas e inconvenientes que plantea el uso de la teoría de juegos en la ciencia política y en las relaciones internacionales. La teoría de juegos parte del supuesto común a toda la teoría económica de que los agentes tratan de maximizar su utilidad. El valor añadido de la teoría de juegos consiste en que especifica en qué consiste maximizar la utilidad en situaciones estratégicas. Concretamente, establece qué estrategias son racionales, puesto que cada agente sabe que todos los demás también tratan de maximizar su utilidad. Así, se dice que una combinación de estrategias constituye un equilibrio cuando ninguno de los agentes puede aumentar unilateralmente su utilidad cambiando de estrategia. La teoría de juegos calcula en cada juego qué cuenta como equilibrio.

¿Cómo se traduce esto en la ciencia política? Elaborando modelos formales de situaciones políticas estratégicas. Para la elaboración del modelo, es necesario tomar decisiones sobre qué es esencial y qué es accidental o accesorio en la descripción de la situación que se quiere analizar.

1) Se tienen que identificar cuáles son los **actores** relevantes. Esto no suele ser demasiado complicado, aunque a veces se tengan que hacer simplificaciones drásticas.

2) Después, se tienen que especificar qué **preferencias** tienen los actores. No siempre es fácil hacerlo, puesto que es necesario contar con alguna razón poderosa para atribuir unas preferencias y no otras. Si no se hace así, siempre rondará la sospecha de que se eligieron unas preferencias determinadas para conseguir derivar un equilibrio que coincida con la realidad, en cuyo caso es

evidente que el modelo no tiene ningún valor explicativo. Igualmente, si es necesario, se debe especificar también de qué tipo de **información** disponen los actores.

3) En tercer lugar, se tiene que aclarar qué **estrategias** o qué acciones pueden llevar a cabo los diferentes actores. Normalmente aquí también se tienen que hacer grandes simplificaciones.

Una vez que se ha identificado a los actores, sus preferencias (e información) y sus estrategias, se procede a «resolver» el modelo, es decir, a calcular qué combinaciones de estrategias pueden ser equilibrios cuando los actores son racionales.

Los **equilibrios** sirven de base para la derivación de consecuencias empíricas del modelo. Antes de nada, se puede comprobar si los resultados de la realidad coinciden más o menos con el modelo. Pero el problema es que, si no coinciden, siempre existe la posibilidad de arreglarlo modificando alguno de los supuestos iniciales sobre el número de jugadores, sus preferencias o su información. Por ello, para garantizar que el modelo se pueda poner a prueba con algo más de rigor, lo que conviene no es comparar una situación concreta con el equilibrio predicho por el modelo, sino más bien establecer conclusiones sobre cómo el equilibrio se modifica cuando se modifican los valores de las variables independientes que según el modelo tienen peso explicativo. De este modo, el investigador podrá elegir diferentes casos empíricos, cada uno con diferentes valores en las variables independientes, y explicar las variaciones encontradas en la variable dependiente a partir de los cambios en el equilibrio que se producen cuando varían las variables independientes.

En el ámbito de las relaciones internacionales, los modelos de teoría de juegos son sobre todo útiles cuando consiguen proporcionar hipótesis de trabajo a las cuales no se podría haber llegado de no haber sido por el ejercicio de modelización. No obstante, los modelos pueden tener otros usos que van más allá de su aplicación empírica inmediata. Frecuentemente sirven para introducir claridad y precisión en cuestiones que empíricamente son extremadamente complejas. Los modelos son importantes porque constituyen un punto de referencia básico a partir del cual se pueden introducir nuevas variables (incertidumbre, diferentes tipos de preferencias, etc.) que contribuyan a aproximarnos mejor a la realidad.

Sin embargo, no se tiene que olvidar en ningún caso que los modelos de teoría de juegos son únicamente un instrumento de análisis para el politólogo. No hay ninguna obligación de usarlos siempre, pero tampoco hay ninguna razón para rechazarlos por principio.

Bibliografía

Green, D.; Shapiro, I. (1994). *Pathologies of Rational Choice*. New Haven: Yale University Press.

Harsanyi, J.; Selten, R. (1988). *A General Theory of Equilibrium Selection in Games*. Cambridge, Mass: The MIT Press.

Kuhn, H. W. (ed.) (1997). *Classics in Game Theory*. Princeton: Princeton University Press.

Maynard Smith, J. (1982). *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge: Cambridge University Press.

Nash, J. F. (1996). *Essays on Game Theory*. Cheltenham: Edward Elgar.

Riker, W. (1992). «The entry of game theory in political science». En: Weintraub (ed.). *Toward a History of Game Theory* (págs. 207-224). Durham: Duke University Press.

Von Neumann, J.; Morgenstern, O. (1944). *Theory of games and economic behavior* (3.ª ed. 1890). Princeton: Princeton University Press.

Weintraub, E. R. (ed.) (1992). *Toward a history of game theory*. Durham: Duke University Press.

