Universidad de Valladolid

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Teoría de Juegos: Ejemplos Clásicos

Grado en Administración y Dirección de Empresas

Autor: Javier Pérez Plaza

Departamento: Economía Aplicada

Valladolid, 18 de Julio 2025

Resumen

Este trabajo de fin de grado presenta una introducción conceptual y teórica sobre la Teoría de Juegos, se enfocará principalmente en los ejemplos clásicos más representativos y accesibles desde un punto de vista teórico, intentando evitar grandes complejidades matemáticas. Se hará tanto una revisión histórica de la teoría como una explicación de los conceptos básicos, tipos de juegos (estáticos, dinámicos, cooperativos y no cooperativos, etc.), las diferentes formas que tienen de representarlos y como analizarlos. Exponiendo con detalle ejemplos clásicos como son el dilema del prisionero, la batalla de los sexos, el juego del gallina, etc., así como algunos juegos en forma extensiva como el juego del ultimátum y el juego del dictador. Para finalizar, se discutirá brevemente cómo estos ejemplos pueden aplicarse en contextos reales tanto económicos, como sociales y políticos.

Palabras clave: Teoría de juegos, Juegos clásicos, Estrategias, Equilibrio de Nash, Juegos cooperativos, Juegos extensivos

Abstract

This final degree project provides a conceptual and theoretical introduction to Game Theory, focusing mainly on the most representative and accessible classic examples from a theoretical viewpoint, avoiding high mathematical complexity. It will include a historical review of the theory and explain basic concepts, types of games (static, dynamic, cooperative, and non-cooperative), and different ways of representing and analyzing them. Classic examples such as the prisoner's dilemma, battle of the sexes, and chicken game will be discussed in detail, alongside extensive games such as the ultimatum game and dictator game. Finally, the application of these examples to real economic and social contexts will be briefly discussed.

Key Words: Game theory, Classic games, Strategies, Nash equilibrium, Cooperative games, Extensive game

INDICE

1. INTRODUCCIÓN

La Teoría de Juegos es una rama fundamental dentro del análisis económico, y aplicables en diferentes contextos sociales y políticos, está enfocada en comprender y poder predecir las interacciones estratégicas entre individuos o grupos con intereses diferidos, siendo potencialmente conflictivos o cooperativos. La **Teoría de los Juegos** "es una clase de análisis matemático que permite predecir cuál será el resultado más probable en una disputa entre dos individuos" **Rufasto (2003)**; también "es una manera formal de analizar la interacción entre dos o más agentes racionales que interactúan en forma estratégica" **Bercoff *et al.* (2003)**.

En este trabajo se tiene como objetivo principal poder explorar los aspectos teóricos esenciales de esta disciplina, enfatizando tanto en ejemplos clásicos y principalmente en los juegos estáticos más conocidos, gracias a su claridad conceptual y facilidad expositiva. A su vez, se busca ofrecer una visión clara y con la mayor accesibilidad que permita entender los principios básicos y aplicaciones generales de esta teoría, sin tener la necesidad de tener un extenso conocimiento, ni profundizar en complejas formulaciones matemáticas.

La metodología que se empleara consiste en una revisión bibliográfica exhaustiva basada fundamentalmente en textos referentes y especializados, destacando la obra **"Teoría de Juegos"** de **Pérez, Cerdá y Jimeno (2006)**. Además, se completará con documentación adicional sobre los ejemplos clásicos más conocidos, intentando garantizar una sólida exposición teórica, pero a la vez compresible. El enfoque será descriptivo y analítico, procurando mantener sencillez en la presentación de conceptos y ejemplos.

El trabajo está estructurado en ocho capítulos. Inicialmente se presentan los fundamentos teóricos básicos, y los antecedentes históricos necesarios que pueda contextualizar la relevancia y desarrollo hasta la actualidad de la Teoría de Juegos. Posteriormente se abordará la clasificación general y representaciones clásicas de los juegos.

Sin perder de vista la parte central del estudio que se dedica al análisis detallado de juegos estáticos y dinámicos simples, haciendo especial hincapié en sus aplicaciones y soluciones, o como el **equilibrio de Nash** influye en ellos. Se concluye con la visión general de los juegos no cooperativos y en cómo se aplican en los diferentes contextos económicos, sociales y políticos, destacando lo útil y adecuada que resulta esta teoría.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ANTECEDENTES

Antes de abordar los ejemplos concretos que constituyen el núcleo del presente trabajo, debemos establecer una base conceptual que permita comprender en qué consiste la Teoría de Juegos, explicando que es un Juego, cómo ha evolucionado y qué elementos componen su estructura. una visión general de los orígenes históricos de la disciplina y de los conceptos esenciales que la sustentan: estructura, tipos de juegos y formas de representación.

Una vez expuesto lo anterior, es procedente pasar a explicar qué podemos entender por Juego, puede definirse como "una situación en la que los jugadores (participantes) toman decisiones estratégicas". Y aquí debemos preguntarnos ¿Qué suponen estas decisiones? "que tienen en cuenta las acciones y las respuestas de los otros jugadores (competidores) y reportan ganancias a ambos participantes". Normalmente suele desarrollarse en el marco de un conjunto de reglas.

Como dirían **Ferguson y Gould (1975)** "un juego es una situación en la que compiten dos o más jugadores". En palabras de **Maddala y Miller (1991)** "es cualquier problema de toma de decisiones, donde el rendimiento (que obtiene una persona) depende no sólo de sus propias decisiones sino también de las decisiones de las otras personas que participan en el juego". A su vez, **Nicholson (1997)**, añadía que "es cualquier situación en la que los individuos deben tomar decisiones estratégicas y en la que el resultado final depende de lo que cada uno decida hacer".

"Podemos definir como el objetivo principal de esta teoría: la determinación de patrones de comportamientos racionales, y en los cuales los resultados dependen de las acciones de los jugadores interdependientes". **García Ruiz, (TFM 2022)**

2.1 Historia y evolución de la Teoría de Juegos

La Teoría de Juegos, inicia como una disciplina formal a mediados del siglo XX, aunque sus raíces son anteriores. Sus orígenes remontan a los primeros estudios matemáticos realizados por Zermelo en 1913 sobre juegos estratégicos como son el ajedrez. Posteriormente, tanto Émile Borel en 1921, como John von Neumann en 1928 comenzaron a formalizar diferentes análisis matemáticos de situaciones estratégicas con conflictos de intereses claros.

Sin embargo, el verdadero nacimiento oficial de la Teoría de Juegos ocurre con la publicación del libro **"Theory of Games and Economic Behavior"** (1944) de **John Von Neumann** y **Oskar Morgenstern**. Esta obra introdujo de forma rigurosa, la representación matemática de los juegos, incluyendo la idea de juegos de suma cero y la aparición de la utilidad esperada como herramienta, que bajo incertidumbre, sirve como referencia analítica en las tomas de decisiones.

La contribución más importante y generalizada fue el concepto de **equilibrio de Nash**, desarrollado por **John Nash** en 1950, ampliando enormemente las posibles aplicaciones de la teoría a los diferentes contextos, políticos, económicos y sociales más complejos, sin ser necesariamente de suma cero. Pero no llegó hasta en 1994, el reconocimiento de estas contribuciones con la concesión del **Premio de Ciencias Económicas del Banco de Suecia en Memoria de Alfred Nobel** (Popularmente conocido como **Premio Nobel de Economía**) a **John Nash, Reinhard Selten** y **John Harsanyi**, quienes aportaron las investigaciones fundamentales facilitando el análisis de juegos dinámicos con información incompleta.

Desde entonces, **la Teoría de Juegos** ha continuado creciendo, aplicándose a múltiples disciplinas, incluyendo no solo a la economía o política, sino también a otras como son la sociología, biología e informática, demostrando su gran capacidad para analizar interacciones estratégicas complejas en diversos contextos reales.

2.2 Conceptos fundamentales

Para adentrarnos en la Teoría de Juegos necesitamos conocer que es un Juego y la estructura que lo forma, por lo que debemos descomponer en varios elementos fundamentales los juegos, lo que nos permite su análisis y comprensión. Estos componentes son esenciales para modelar situaciones estratégicas, ya sean de cooperación o conflicto. Siendo los siguientes elementos principales:

Juego

Se denomina juego, según **Pérez, Cerdá y Jimeno**, a aquella actividad en la que los participantes deben seguir una serie de reglas para conseguir la victoria. En un juego puede haber uno o varios jugadores y existen dos posibles resultados para cada uno de ellos: ganar o perder el juego.

Jugadores

Serán los agentes que van a participar en el juego. Cada jugador toma sus propias decisiones estratégicas, y estas afectan tanto a su propio resultado como, en la gran mayoría de casos, al de los demás participantes. Los jugadores serán tantos individuos, empresas, gobiernos, o cualquier entidad considerada con capacidad de tomar decisiones racionales.

Estrategias

Las estrategias, es el conjunto completo de decisiones y acciones que un jugador puede tomar a lo largo de todo el juego. Las consideramos "regla o plan de acción para jugar"
Por ello se entiende como un plan de actuación que cubre todas las posibles circunstancias que vayan a surgir.

Denominamos estrategia al plan de acción completo, que ayuda a especificar la decisión de un jugador para todas las posibles situaciones que puedan surgir durante el juego. Las estrategias pueden ser **puras**, si especifican una acción concreta, o **mixtas**, cuando establecen probabilidades sobre acciones posibles.

Resultados o desenlaces

Cada combinación de estrategias elegidas por los jugadores conducirá a un resultado determinado. Los resultados representan el estado final del juego tras la interacción estratégica que tienen los participantes entre ellos.

Pagos o beneficios (Utilidad): El pago o también llamada utilidad, es una medida del grado de satisfacción de forma numérica o preferencia que un jugador asignará a los diferentes resultados que obtendrá del juego. Especialmente, es relevante la utilidad esperada de Von Neumann, esta utilidad nos permite comparar de forma muy consistente resultados inciertos mediante una función que refleja las diversas actitudes que aparecen frente al riesgo.

A cada resultado del juego se le asigna un pago o utilidad para cada jugador, y este refleja el nivel de satisfacción o beneficio obtenido. A su vez, cuantifica como son preferencias de los jugadores respecto a los diferentes resultados posibles, permitiendo comparar las posibles alternativas que aparecen.

Reglas del juego

Son las condiciones que definen cómo se juega, qué información tienen los jugadores en cada momento, qué acciones están disponibles para poder realizar, los roles que estos tienen y cómo se asignan los pagos en función de las estrategias adoptadas.

Estas a su vez incluyen el orden de los movimientos, dependiendo si las decisiones son simultáneas o secuenciales, y también el conocimiento que cada jugador posee sobre las posibles elecciones de los demás.

Información disponible

La información nos determinara el tipo de juego, haciendo referencia a lo que cada jugador conoce en el momento de tomar sus decisiones. Un juego puede tener **información completa** e **información incompleta,** en el presente trabajo se tratará ambos tipos.

También debemos tener en cuenta que un juego tiene **información perfecta** siempre que, en cada momento, los jugadores conocen cómo se ha desarrollado el juego hasta ese punto (es decir, saben qué decisiones se han tomado previamente), así como las utilidades de los demás o sus estrategias disponibles.

Racionalidad

Los jugadores son racionales cuando se centran en maximizar su propia utilidad o beneficio dadas ciertas restricciones y con las opciones disponibles. La racionalidad implica evaluar de forma consistente y coherente, a cada jugador, así como todas sus alternativas posibles y el criterio según el cual actúa para la maximización de su utilidad. "La teoría se basa en el comportamiento racional de los individuos, la acción elegida debe ser tan buena como las demás de acuerdo con una relación de preferencia."(Pérez, Jimeno y Cerdá, 2013)

Como podemos ver la combinación y la interacción de estos conceptos permiten establecer las soluciones a los juegos mediante diferentes criterios, siendo el más conocido y empleado el equilibrio de Nash. Este equilibrio ocurre siempre que ningún jugador puede mejorar su resultado cambiando unilateralmente su estrategia, dado que los demás jugadores van a mantener sus propias estrategias egoístas, dado que cada jugador intentara maximizar sus beneficios (Utilidad), entrando en conflicto por las decisiones de los otros jugadores, esto lo podremos observar más adelante en los diferentes Juegos expuestos.

La Teoría de Juegos, mediante los fundamentos teóricos anteriores, nos ofrece un marco solido para entender y poder anticipar las decisiones en circunstancias complejas, donde los resultados dependen de las decisiones estratégicas e interactivas que se lleven a cabo por los diferentes jugadores que participan.

2.3 Tipos de juegos

La Teoría de Juegos clasifica los juegos en diferentes tipos, atendiendo a las características que tienen las decisiones que toman los jugadores, la información que estos poseen, roles que se toman y si existe la posibilidad o no de colaboración entre Jugadores. Esta clasificación nos resulta esencial para poder comprender el análisis estratégico que posemos aplicar en cada situación.

Juegos estáticos y dinámicos

- **Juegos estáticos:** En los juegos estáticos, todos los jugadores toman sus decisiones de manera simultánea o, en caso se toman de manera secuencial, pero ningún jugador conocerá la decisión previa de los demás en el momento de actuar, denominando a esto **incertidumbre estratégica**. Es decir, los jugadores van a elegir sus decisiones de actuación sin información sobre las elecciones que toman el resto. Siendo su representación típica de forma normal o forma matricial.

Ejemplo: Uno de los más famosos es el Dilema del Prisionero, donde cada jugador decide cooperar o traicionar sin saber qué hará el otro.

- **Juegos dinámicos:** En el caso de los juegos dinámicos, los jugadores únicamente toman decisiones de forma secuencial y, en muchos casos, estos tienen conocimiento de las decisiones anteriores de otros jugadores. Lo que les permite observar acciones previas antes de tomar acción. La representación habitual es mediante un árbol de decisiones o forma extensiva.

Ejemplo: el Juego del Ultimátum, donde un primer jugador propone una división del premio y el segundo decide aceptarla o rechazarla.

La principal diferencia entre ambos tipos de Juego radica en el grado de información disponible para cada Jugador al momento de decidir, afectando la estrategia óptima que tiene cada participante.

2.4.2 Juegos cooperativos y no cooperativos

- **Juegos cooperativos:** En los juegos cooperativos son los jugadores los que no operan de forma desligada, sino que tienen la oportunidad de formar alianzas o coaliciones con otros jugadores, con el objetivo de conseguir una meta común, y así maximizar beneficios conjuntos. En este tipo de juegos lo importante no es tanto la competencia entre los jugadores, sino la estrategia de cooperación para conseguir beneficios mutuos. Ganando o perdiendo en grupo.

  Una de las nociones fundamentales de los juegos cooperativos es el núcleo del juego y que representa el conjunto de distribuciones del beneficio que no permitiría que un subconjunto de jugadores tenga incentivos a romper la coalición; otro concepto de interés es el **valor de Shapley**, que mide la contribución promedio de cada jugador al éxito en todas las coaliciones posibles. Formalmente (y sin entrar en fórmulas complejas), puede entenderse como el promedio ponderado de las contribuciones marginales que realiza un jugador cuando se une a diferentes grupos. Dicho de otro modo, imaginemos que los jugadores van entrando uno a uno en una coalición: cada vez que un jugador nuevo se incorpora, aumenta el valor de esa coalición; el valor de Shapley de un jugador es la media de esos incrementos que aporta en todas las posibles secuencias de entrada.

Este reparto posee sólidas propiedades de equidad: por ejemplo, si un jugador no aporta nada adicional a cualquier coalición (jugador nulo), recibirá 0; si dos jugadores contribuyen de manera idéntica, obtienen la misma recompensa (simetría); además, la suma de los pagos asignados a todos los jugadores equivale exactamente al valor generado por la coalición total (eficiencia).

Gracias a estas propiedades, el valor de Shapley se considera una forma justa y objetiva de reparto, ya que es la única distribución que cumple simultáneamente todos esos criterios de justicia en juegos cooperativos que propone una forma de repartir el total de beneficios a partir de las contribuciones marginales de cada jugador al total.

Si bien en este trabajo no analizaremos formalmente los modelos matemáticos de esta vertiente, sí que hemos de señalar que los juegos cooperativos son de una gran aplicación en el análisis de alianzas estratégicas, en el diseño de contratos y en los repartos equitativos de costes o beneficios de los proyectos. La cooperación puede ser posible, siempre y cuando existan mecanismos de compromiso, confianza mutua o instituciones que aseguren el cumplimiento de lo acordado. La ausencia de estas puede incentivar a los jugadores a que actúen estratégicamente de forma individual, como en el caso de los juegos no cooperativos.

Este tipo de juegos permiten que los acuerdos sean vinculantes entre los jugadores y se juega con los demás y no contra los demás. La forma de jugarse el juego de la estrategia es elegida en conjunto, lo que permite compartir riesgos y beneficios, y en muchos casos incluso conseguir mejores resultados que si se juega de forma individual.

Ejemplo: Dos empresas que deciden hacer un **"joint-venture"** a nivel tecnológico para desarrollar un nuevo producto. No podrían alcanzar este resultado por sí solas, pero juntas maximizan el potencial de cada una de ellas.

- **Juegos no cooperativos:** En cambio, en los juegos no cooperativos cada jugador juega sin comprometerse a ningún tipo de acuerdo o contrato. Los jugadores pueden observar las acciones de los oponentes para preparar sus propias estrategias, pero no hay confianza entre jugadores ni cooperación explícita.

En estos juegos el objetivo de cada jugador es minimizar el propio coste, mientras maximiza sus beneficios, lo que muchas veces puede acarrear situaciones de competencia. La lógica aquí es de **"cada uno por su cuenta"**, aun cuando eso implique que el resultado para todos sea aun peor.

La Teoría de Juegos no cooperativos resulta especialmente relevante en el ámbito del análisis económico, ya que permite estudiar con precisión situaciones en las que existen múltiples agentes cuyas decisiones están interrelacionadas de forma estratégica. Este tipo de juegos es fundamental para comprender el comportamiento competitivo entre empresas que operan dentro de una misma industria, donde las acciones de cada una afectan directamente a las decisiones y resultados de las demás.

Este enfoque parte de dos principios básicos. En primer lugar, se asume que las empresas actúan como agentes racionales cuyo objetivo principal es maximizar sus beneficios. En segundo lugar, se considera que esa racionalidad les permite anticipar, en la medida de lo posible, las decisiones de sus competidores, adaptando su estrategia en función de dichas expectativas.

De acuerdo con **Pisfil (2008)** "Las decisiones o estrategias de las empresas se refieren a decisiones sobre cantidades, variedades, calidades, y precios de los diferentes bienes y servicios". Además, dice **Pepall (2006)** que "pueden existir muchos resultados, pero hay uno que es de equilibrio, es decir una combinación de estrategias tal que ninguna empresa tiene un incentivo para cambiar la estrategia que está aplicando, dado que tampoco lo hará ninguna de las otras empresas".

Ejemplo: La guerra de precios entre empresas que compiten en un mismo mercado. Aunque hay maneras de sacar ventaja, en este caso vemos que a través del compromiso con los clientes, al final la desconfianza que se genera y la lucha por ganar cuota de mercado pueden hacer que se decidan por tácticas más agresivas.

Al analizar estos juegos nos apoyaremos, entre otros, en herramientas como el equilibrio de Nash, que nos permite predecir el lugar donde ningún jugador tiene incentivos a cambiar su estrategia unilateralmente.

En este sentido, se puede concluir que la diferencia esencial entre ambos tipos de juego no es el número de jugadores, sino si se puede o no colaborar; esta clara diferencia tiene una importancia en situaciones reales como en el análisis estratégico de mercados, conflictos políticos o relaciones sociales.

Juegos con información completa e incompleta

- **Información completa:** Cuando un juego se clasifica como de información completa ello significa que todos los jugadores de dicho juego conocen plenamente todos los elementos del juego en sí: qué participantes lo forman, qué estrategias son las que estos jugadores tienen disponibles y qué pagos se derivan de cada posible combinación de acciones. Un tipo de juego que permite a los jugadores anticiparse a las decisiones de los demás componentes del juego en el que participan, pues sabrán que la situación estratégica está totalmente definida desde el comienzo del juego.

Ejemplo: La clásica negociación empresarial en la que todos los participantes conocen los datos relevantes que hay en el mercado y saben cómo puede ser el resultado, de acuerdo a esto se deciden las decisiones que se pueden tomar.

Es decir, conocemos ciertos elementos que nos permiten la realización de determinados análisis racionales y de la búsqueda de ciertos resultados previsibles, gracias a estas situaciones de información completa.

- **Información incompleta:** Al contrario del Juego de información completa, en un juego de información incompleta es aquel juego en el cual uno o más jugadores no conocen completamente, parte de la información que es relevante para el desarrollo del juego, por ejemplo, sus preferencias, sus costes o incluso las estrategias que tienen disponibles en su propio caso o las que tienen sus oponentes.

  Esta incertidumbre que tiene este tipo de juego, lo convierte en uno donde los jugadores deben actuar con la base de ciertas creencias o supuestos que generan riesgo. Para modelar este tipo de juegos se acude al **enfoque bayesiano**, implicando una probabilidad subjetiva sobre el estado del juego.

Ejemplo: Un caso típico lo podemos encontrar con una empresa que entra en un mercado sin saber cuáles son los costes ni las capacidades reales de sus competidores.

Juegos con información perfecta e imperfecta

- **Información perfecta:** Se califica como juego de información perfecta, aquellos en el que cada jugador sabe cuándo y cómo tiene que moverse, que elecciones que debe tomar, y cuáles son las decisiones que los diversos jugadores han realizado anteriormente. Es decir, mientras el juego toma forma, no hay ningún tipo de incertidumbre sobre cómo se va desarrollando el juego, ya que está reflejado cómo debe jugarse; de este modo, los jugadores pueden ajustar a cada momento su juego, respondiendo con lo que ha pasado.

Ejemplo: El ajedrez, en este juego clásico ambos jugadores ven todo el tablero y todas las jugadas previas que realiza su oponente, pudiendo tomar decisiones en base a responder a esas jugadas.

- **Información imperfecta:** En estos juegos, al menos un jugador debe tomar decisiones sin saber qué ha hecho su oponente previamente. Esta falta de conocimiento puede deberse, tanto a movimientos simultáneos o a decisiones ocultas.

Ejemplo: Los juegos de cartas como el póker, ya que los jugadores no conocen las cartas de sus rivales ni las intenciones detrás de sus apuestas. Esta incertidumbre que se genera introduce una dimensión adicional en la toma de decisiones, basada en la intuición, la estadística o la psicología.

Juegos en estrategias puras y mixtas

- **Estrategias puras:** Este tipo de estrategia consiste, al final en elegir una sola acción concreta y aplicarla de determinada forma, cada vez que el jugador se enfrente a la misma situación. En este tipo de estrategias no actúa la aleatoriedad y la elección se mantiene constante ante situaciones similares.

Ejemplo: En un cruce sin semáforo, una persona cruza cada día y tiene dos opciones, mirar a ambos lados antes de cruzar, o cruzar directamente sin mirar. Si por costumbre decide siempre la acción de “mirar antes de cruzar” en cualquier situación similar, está adoptando una estrategia pura.

- **Estrategias mixtas:** En una estrategia mixta, por el contrario, el jugador asigna probabilidades, **p** y **(1-p)**, a varios tipos de acciones posibles y elegirá dicha acción de manera aleatoria según la distribución dada. Esta forma de estrategia permite introducir incertidumbre en su comportamiento y complicar a su oponente a la hora de anticiparse a él.

Ejemplo: Jugar a piedra, papel o tijera, cada opción tiene una probabilidad del 33,3 %. Esta aleatoriedad impide que el rival detecte un patrón o formule una estrategia que le permita ganar.

Juegos de una sola etapa y juegos repetidos

- **Juegos de una sola etapa:** Este tipo de juegos se caracterizan porque la interacción se produce una sola vez. No hay ni futuras oportunidades, castigos o recompensas. Las decisiones tienen que ser de tipo definitivo y anticipar la posible respuesta del contrincante.

Ejemplo: Una subasta a sobre cerrado, donde cada participante presenta su oferta sin conocer la de los demás y sin posibilidad de modificarla una vez depositada.

- **Juegos repetidos:** Los llamados juegos repetidos se caracterizan porque los jugadores interactúan varias veces, e incluso se dan dinámicas de aprendizaje, reciprocidad, etc., y, dado que existe la posibilidad de una posterior interacción con el mismo adversario, puede significar estrategias más complejas las cuales, a su vez, pueden dar lugar a castigar el comportamiento oportunista, entrar en el juego cooperativo de forma sostenida, y/o premiar las interacciones cooperativas sostenidas, etc.

Ejemplo: Competencia periódica entre empresas que establecen sus precios cada tres meses. Sabemos que el hecho de que haya interacciones posteriores con un mismo jugador influye en las decisiones que tomamos en la interacción actual, puesto que la decisión que elijamos puede tener repercusiones en las futuras interacciones.

Juegos simétricos y asimétricos

- **Juegos simétricos:** Se considera un juego simétrico aquel en el que todos y cada uno de los jugadores tienen exactamente las mismas estrategias posibles y, a su vez, los pagos que se derivan de la partida dependen exclusivamente de las acciones acometidas (es decir, no de quienes las realizan). En este sentido, para todos los jugadores, el resultado es el mismo, siendo replicables las elecciones.

Ejemplo: Un juego de coordinación donde dos personas deben elegir el mismo color sin hablar previamente, y en el que ambos reciben una recompensa si coinciden en su elección, teniendo las mismas reglas los dos. Este caso la estrategia es lo que premia, y no quien la elige.

- **Juegos asimétricos:** En cambio, un juego es asimétrico cuando los jugadores ocupan posiciones diferentes, ya sea por los roles que tienen asignados, las estrategias disponibles o los pagos que reciben. Aquí, la identidad del jugador sí influye en el desarrollo del juego, y las decisiones deben adaptarse a esa posición específica.

Ejemplo: Un proceso de licitación pública: uno de los jugadores (la empresa) hace una oferta, y otro (la administración) decide si la va a aceptar o no. Sus papeles no son intercambiables, por tanto, al analizar el juego se tiene que considerar esa diferencia estructural.

3. FORMA DE REPRESENTACIÓN DE JUEGOS

La representación de un juego es fundamental para su análisis. Dependiendo de las características del juego (estático o dinámico), existen dos formas principales de representación: **forma normal o matricial** y **forma extensiva o en árbol**. Cada representación tiene ventajas particulares y permite aplicar conceptos estratégicos adecuados al tipo de interacción que se estudia.

3.1 Formas de representación: normal y extensiva

Forma normal o matricial

La forma normal se utiliza principalmente en juegos **estáticos**, donde los jugadores toman sus decisiones simultáneamente o, en su defecto, sin conocimiento previo de las acciones de los demás jugadores.

Esta representación organiza el juego en una **tabla** o **matriz** donde:

- Las **filas** corresponden a las estrategias disponibles para el **Jugador 1**.
- Las **columnas** corresponden a las estrategias del **Jugador 2**.
- Cada **celda** de la matriz contiene los **pagos** o **utilidades** que recibe cada jugador como resultado de la combinación de estrategias elegidas.

Esta forma es útil para identificar de manera sencilla estrategias dominantes, equilibrios de Nash, o posibles resultados óptimos.

Ejemplo: Dilema del Prisionero (Forma normal)

	Cooperar (Jugador 2)	**Traicionar (Jugador 2)**
Cooperar (Jugador 1)	–1, –1	–3, 0
Traicionar (Jugador 1)	0, –3	**–2, –2**

Fuente: elaboración propia a partir de Pérez, Jimeno y Cerdá, 2013.

- El primer valor en cada celda representa el pago para el Jugador 1, y el segundo para el Jugador 2.
- Cada jugador decide entre **Cooperar** o **Traicionar** sin conocer la elección del otro.

Forma extensiva o en árbol

La forma extensiva aparecerá para los juegos **dinámicos**, donde las decisiones se toman de manera secuencial y los jugadores pueden observar, ya sea total o parcialmente, las acciones previas.

Esta forma utiliza un **árbol de decisiones**, donde:

- Cada **nodo** indica un momento de decisión de algún jugador.
- Cada **rama** representa una posible acción que el jugador puede elegir.
- Las **hojas** (nodos terminales) muestran el pago obtenido por cada jugador como resultado final del juego.

Esta representación permite analizar no solo las estrategias finales, sino también la secuencia de decisiones que llevaron a los resultados, siendo especialmente útil para aplicar conceptos como la **inducción hacia atrás** o el **equilibrio perfecto en subjuegos**.

Ejemplo: Juego del Ultimátum (Forma extensiva)

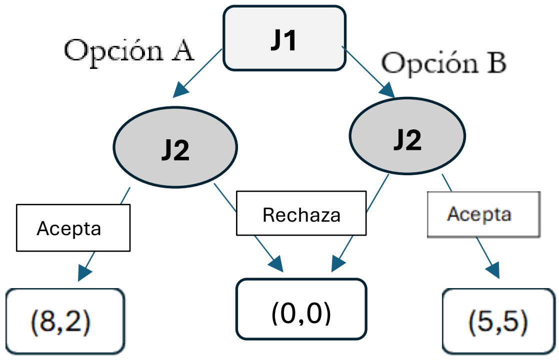
Jugador 1 propone dividir 10€:

├── Opción A: 8€ para sí, 2€ para Jugador 2

│ └── Jugador 2: Acepta→ (8,2) / Rechaza→ (0,0)

└── Opción B: 5€ para cada uno

└── Jugador 2: Acepta → (5,5) / Rechaza → (0,0)



Fuente: elaboración propia a partir de Pérez, Jimeno y Cerdá, 2013.

- El Jugador 1 decide primero la oferta de reparto.
- El Jugador 2 decide luego si acepta o rechaza la oferta.
- Si rechaza, ambos jugadores obtienen cero.

3.2 Equilibrio de Nash

Dentro del análisis estratégico de la Teoría de Juegos, uno de los conceptos centrales es el equilibrio de Nash, introducido por el matemático John Nash en 1950. Este concepto representa una situación en la que ningún jugador puede mejorar su resultado individual cambiando solamente su estrategia de forma unilateral, y teniendo en cuenta que los demás jugadores siempre mantengan las suyas.

En términos simples, el equilibrio de Nash aparece cuando todos los jugadores han elegido su mejor estrategia posible, ante las estrategias del resto. Es decir, dependiendo del comportamiento de los otros, ningún jugador tiene incentivos a modificar su decisión. Esto implica una situación de estabilidad estratégica, aunque no necesariamente de eficiencia social.

Por ejemplo, muchos de los juegos clásicos estáticos simples que estudiaremos en los capítulos siguientes como el **Dilema del Prisionero**, la **Batalla de los Sexos** o el **Juego del Gallina** presentan uno o más **equilibrios de Nash** que ayudan a entender por qué los jugadores toman ciertas decisiones, incluso cuando estas no conducen al resultado más deseable para ambos.

Este equilibrio se puede aplicar a juegos en forma normal (matricial), y puede expresarse en estrategias puras (cuando se elige una acción concreta) o mixtas (cuando se asignan probabilidades a distintas acciones). En el caso de los juegos de forma extensiva(árbol) veremos otro concepto de equilibrio denominado **equilibrio perfecto de subjuegos**. Y se mostrará cómo localizarlos en diferentes tipos de juegos, interpretando sus consecuencias en términos de cooperación, conflicto o competencia.

Hay que destacar que el equilibrio de Nash no garantiza la mejor solución posible para el conjunto de los jugadores, sino que refleja un punto de convergencia entre decisiones racionales e interdependientes. Esta idea será especialmente relevante al comparar juegos con distintos incentivos para cooperar o competir, y también al introducir juegos dinámicos, donde la secuencia de decisiones modifica la naturaleza del equilibrio.

En definitiva, el equilibrio de Nash no solo es una herramienta clave para el análisis de los juegos, sino también uno de los pilares teóricos más relevantes de la Teoría de Juegos moderna.

Un equilibrio de Nash aparece cuando un jugador no puede obtener un mejor resultado al cambiar su propia estrategia. Esto ocurre si se consideran las estrategias que los otros jugadores han escogido.

Características principales del equilibrio de Nash:

- Cada jugador considera fijas las estrategias de los otros al optimizar la suya.
- Puede haber múltiples equilibrios de Nash en un juego.
- El equilibrio puede encontrarse en estrategias puras o en estrategias mixtas (combinaciones probabilísticas de acciones).

4. EJEMPLOS CLASICOS DE JUEGOS ESTÁTICOS

A continuación, se verán algunos de los juegos más representativos de la **Teoría de Juegos**, en particular son los juegos estáticos y no cooperativos, en los que cada jugador elegirá su estrategia de forma simultánea, sin conocer de antemano la acción del otro.

El análisis de estos juegos nos permitirá apreciar distintos tipos de interacción, ya sea debido a conflictos por descoordinación o competencia directa, o bien en situaciones donde la cooperación sería beneficiosa pero no es alcanzada debido a factores como la desconfianza.

Todos los ejemplos que se exponen a continuación comparten una estructura sencilla, tanto en lo referente al número de jugadores como al número de estrategias, de modo que resulte fácil su interpretación conceptual y la identificación de equilibrios.

Además del desarrollo habitual en las estrategias puras, cada juego vendrá también acompañado de su posible enfoque en las estrategias mixtas, en el marco del análisis del equilibrio de Nash, lo que nos permitirá una mejor representación de aquellas situaciones en las que los jugadores tiene cierto nivel de imprevisibilidad en sus resultados o donde hay que responder a un entorno lleno de incertidumbre.

4.1 Dilema del Prisionero

El Dilema del Prisionero es el modelo más utilizado en la **Teoría de Juegos**. Por su importancia, esta representación es un clásico porque muestra de qué forma dos personas, que deberían comportarse de modo racional, podrían obtener un resultado peor desde un punto de vista colectivo. Este modelo se utiliza en economía, ciencias sociales y teoría política para ejemplificar lo que puede ocurrir entre cooperación y egoísmo.

Por ello, es la representación de un caso clásico que parte de una situación hipotética: dos sospechosos de un crimen han sido detenidos y estos se encuentran aislados en una celda. A cada uno de los dos se le presenta la posibilidad de delatar al otro (traicionar) o mantener la boca cerrada (cooperar). La decisión más que final que tomen afecta de forma directa tanto a la persona que toma la decisión como al otro prisionero, aunque ambas personas desconozcan que ha decidido el compañero o compañera.

La matriz de pagos que representa esta interacción es la siguiente:

	Cooperar (Jugador 2)	**Traicionar (Jugador 2)**
Cooperar (Jugador 1)	–1, –1	–3, 0
Traicionar (Jugador 1)	0, –3	**–2, –2**

Fuente: elaboración propia a partir de Pérez, Jimeno y Cerdá, 2013.

La matriz recoge los resultados que obtiene cada jugador en función de la estrategia elegida por ambos. En este escenario, si uno de los dos confiesa (traiciona) mientras el otro guarda silencio (coopera), el que traiciona queda libre con 0 años de condena mientras que el que coopera recibe la pena máxima de 3 años. Si ambos deciden cooperar y no hablar, reciben una condena reducida de 1 año cada uno. En cambio, si los dos optan por traicionarse, las autoridades les imponen una pena intermedia de 2 años a cada uno.

Finalmente, el análisis confirma que para cualquiera de las acciones que tome el otro jugador, cada uno de ellos tiene un incentivo racional para confesar. Por ejemplo, si el Jugador 2 coopera, al Jugador 1 le es preferible confesar (0, en lugar de –1). Y si el Jugador 2 confiesa, al Jugador 1 también le es preferible confesar (–2, en vez de –3). Esta misma lógica es aplicable para ambos jugadores.

La estrategia en la que ambos confiesan y se traicionan es un equilibrio de Nash: si uno de los jugadores modifica unilateralmente su estrategia, no mejora su resultado. Sin embargo, este resultado es claramente peor al que los jugadores obtendrían si cooperaran entre ellos (–1, –1), lo que pone de manifiesto la paradoja estratégica del juego.

Este ejemplo muestra cómo las decisiones individuales racionales conducen a resultados ineficientes de forma grupal, siempre y cuando no existan mecanismos de compromiso o de mutua confianza. Además, este juego también se aplica a escenarios como los acuerdos internacionales, la competencia en el ámbito empresarial o dilemas ecológicos.

A su vez, veremos que **el Dilema del prisionero** no presenta un **equilibrio de Nash** en estrategias mixtas. De hecho, como hemos visto, su único **equilibrio de Nash** es en estrategias puras, y es el famoso resultado en que ambos jugadores "traicionan" y confiesan.

La razón fundamental es que en este juego cada jugador tiene una estrategia dominante estricta, que es "no cooperar" (confesar). Esto nos lleva a que, independientemente de lo que haga el otro jugador, esa elección da un mejor resultado que cualquier otra. Como vemos, en el dilema "traicionar" ofrece a cada jugador un mejor desenlace que "cooperar", tanto si el otro coopera como si traiciona.

Debido a esta estructura, el equilibrio se alcanza cuando los dos jugadores eligen la estrategia dominante de traicionar: ninguno puede mejorar unilateralmente porque cualquier desviación (intentar cooperar) le empeoraría su situación. Esto da lugar a que no exista un equilibrio mixto porque para que un jugador mezcle estrategias con cierta probabilidad, necesitaría ser indiferente entre cooperar y traicionar. Pero aquí no hay indiferencia posible: Confesar es estrictamente mejor sin importar lo que haga el otro. Así, ningún jugador racional va a asignar probabilidad alguna a la cooperación, ya que siempre es una decisión no óptima.

En resumen, **el Dilema del prisionero** se resuelve de manera clara en favor de la estrategia dominante, confesar (no cooperar) y, por lo tanto, **su único equilibrio de Nash es puro**. Esto contrasta con juegos que veremos a continuación, donde no hay estrategias dominantes y, por ello, los jugadores podrán llegar a estar indiferentes entre acciones, permitiendo equilibrios mixtos. En el dilema, la presencia de estrategias dominantes elimina esa posibilidad desde el principio

4.2 Batalla de los Sexos

La Batalla de los Sexos es un juego clásico de coordinación que plantea una situación en la que dos jugadores desean alcanzar un resultado conjunto, pero difieren en cuanto a sus preferencias individuales. Ambos valoran coincidir en la elección, pero discrepan respecto a cuál de las dos opciones posibles es la preferida por cada uno.

El ejemplo más utilizado para ilustrar este juego es el de una pareja que desea asistir a un evento juntos. El Jugador 1 prefiere ir al fútbol, mientras que el Jugador 2 prefiere ir a cenar. No obstante, ambos priorizan estar juntos antes que asistir por separado a su evento favorito.

La interacción se resume en la siguiente matriz de pagos:

	Fútbol (Jugador 2)	**Cenar (Jugador 2)**
Fútbol (Jugador 1)	**2, 1**	0, 0
Cenar (Jugador 1)	0, 0	**1, 2**

Fuente: elaboración propia a partir de Pérez, Jimeno y Cerdá, 2013.

Observando el análisis de esta matriz muestra la existencia de dos **equilibrios de Nash** en estrategias puras: uno en el que ambos jugadores eligen asistir al fútbol, y otro en el que ambos optan por el cine. En ambos casos, dada la elección del otro jugador, ninguno tiene incentivos a modificar unilateralmente su decisión.

Como vemos, en cada uno de estos equilibrios, cada individuo ha escogido una alternativa diferente, y nadie tiene incentivos a desviarse (por ejemplo, si estamos en el equilibrio de fútbol, entonces si uno decide ir solo a cenar, nadie obtendría nada). Pero, a partir de aquí, surge un problema de coordinación: ¿qué equilibrio puro escoger, el del fútbol o de cenar? Para resolver esta incertidumbre, la teoría muestra que existe también un equilibrio de Nash en estrategias mixtas.

En el equilibrio en estrategias mixtas, cada uno de los jugadores no una única actividad, sino que, va al fútbol o a cenar con cierta probabilidad. Mediante esta aleatorización, ambos jugadores se vuelven indiferentes entre las opciones, lo que significa que están dispuestos a asumir la parte de incertidumbre con tal de no renunciar por completo a sus preferencias. En otras palabras, cada uno mezcla sus estrategias de forma que le da al otro exactamente el incentivo para también mezclar y coordinarse de forma impredecible.

En otras palabras, cada uno mezcla sus estrategias de tal forma que le da al otro exactamente el incentivo para que también mezcle y coordinen en una forma impredecible. Este resultado mixto no es tan bueno como coordinarse en la opción favorita de uno de ellos, pero al menos les permite coordinar sin comunicación previa.

En resumen, la Batalla de los Sexos presenta múltiples equilibrios de Nash: dos aparecen en puro (cada coordinación posible) y uno en mixto, donde cada jugadora escoge su actividad favorita con mayor frecuencia $\left(\frac{2}{3}\right)$ y la otra actividad con la probabilidad complementaria $\left(\frac{1}{3}\right)$, haciéndoles así que no tengan incentivos a desviarse de esa lotería, quedándonos tal que así:

Equilibrio de Nash en estrategias Mixtas	→	Jugador 1 $= \left(\frac{2}{3}, \frac{1}{3}\right)$ Jugador 2 $= \left(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}\right)$ Con ganancias en $\left(\frac{2}{3}\right), \left(\frac{2}{3}\right)$

En el equilibrio vemos las probabilidades que asumirán cada uno dependiendo sus preferencias, en el caso del Jugador 1 asignara mayor preferencia al futbol, mientras que el Jugador 2 asignara mayor preferencia a cenar.

La Batalla de los Sexos ejemplifica conflictos de coordinación con intereses parcialmente alineados, en este caso ambos generan utilidad, pero sin ser la misma, dependiendo de sus preferencias. Es aplicable a escenarios cotidianos de toma de decisiones compartida, como pactos, negociaciones políticas o elección de estrategias conjuntas en organizaciones.

4.3 Juego del Gallina

El Juego del Gallina representa conflictos de confrontación entre dos actores racionales, donde cada uno debe decidir entre ceder o mantener una posición desafiante. Su nombre proviene de una analogía con dos conductores que se aproximan entre sí en línea recta por una carretera. En el caso de que ninguno de los dos se aparte, colisionan; y si uno de ellos cede, el otro que no se aparte será el vencedor. El jugador que ceda primero será percibido como la gallina.

Este tipo de interacción se refleja en la siguiente matriz de pagos:

	Ceder (Jugador 2)	**Persistir (Jugador 2)**
Ceder (Jugador 1)	0, 0	**–1, 1**
Persistir (Jugador 1)	**1, –1**	–5, –5

Fuente: elaboración propia a partir de Pérez, Jimeno y Cerdá, 2013.

Cada jugador obtiene una utilidad positiva si el otro cede, pero si ambos persisten en su postura, el resultado es catastrófico para ambos. Esta matriz muestra claramente que hay dos equilibrios de Nash en estrategias puras, que se producen cuando un jugador persiste y el otro cede. En esas situaciones, ninguno tiene incentivos para modificar su comportamiento individualmente. Sin embargo, al igual que en la Batalla de los Sexos, **ninguno de esos equilibrios puros por sí solo es completamente satisfactorio**, ya que hay un conflicto sobre quién debe ser la "gallina".

Por ello, existe también un **equilibrio de Nash en estrategia mixta** en el juego del Gallina. En este, ambos jugadores mezclan l probabilidad entre ceder y persistir. Siguiendo con el caso de los conductores, cada uno de ellos aleatoriza su decisión de modo que el otro sea indiferente entre ceder o no ceder.

Intuitivamente, esto significa que cada jugador persiste (asume el riesgo) con cierta probabilidad p y cede con probabilidad (1-p), escogiendo ese p de forma que el rival esté justo al límite entre preferir enfrentarse o apartarse. Esto genera que ninguno tenga incentivos a desviarse de este resultado, ya que una desviación alteraría las probabilidades y lo pondría en peor situación en promedio. Siendo lo siguiente:

Equilibrio de Nash en estrategias Mixtas $\Rightarrow$

Jugador 1 $= \left(\frac{4}{5}, \frac{1}{5}\right)$ Jugador 2 $= \left(\frac{5}{5}, \frac{1}{5}\right)$

Con ganancias en $\left(-\frac{1}{5}\right), \left(-\frac{1}{5}\right)$

El equilibrio mixto mantiene el riesgo, es decir, reduce la probabilidad de un choque fatal (porque nunca persisten los dos con certeza, sino que hay una probabilidad de que al menos uno ceda) y al mismo tiempo evita que uno siempre quede como cobarde. Por ejemplo, si el costo de chocar es muy grande, la probabilidad de persistir en el equilibrio mixto será pequeña (cada jugador cede la mayoría de las veces, aleatoriamente). En casos extremos, si el choque es prácticamente insostenible, la mezcla de equilibrio se inclina fuertemente a "ceder" casi siempre (cada jugador podría ceder con 99.9% de probabilidad y apenas persistir un 0.1%, como en un ejemplo con pagos extremos). Al igual que la Batalla de los Sexos, el juego del Gallina **posee un equilibrio mixto además de los dos equilibrios puros**. Esto refleja una situación que nos muestra la importancia de la percepción estratégica, el valor de las amenazas y los riesgos que trae la terquedad de los jugadores.

4.4 Juego Halcón-Paloma (Hawk-Dove)

El Juego Halcón-Paloma, también conocido como el juego del reto o conflicto con agresión moderada, es un modelo estratégico de dos jugadores en un escenario en el que ambos compiten por un recurso finito, que puede ser comida, y tienen que decidir entre dos actitudes: agresivas (halcón) o pacíficas (paloma). Este juego tiene impacto en el ámbito de la teoría de conflictos y la biología evolutiva, más concretamente en el comportamiento competitivo de los animales.

El efecto del conflicto se encuentra estructurado de tal forma que, si ambos jugadores adoptan la actitud agresiva, ambos acaban en lucha y sufriendo las consecuencias del conflicto. Si uno de ellos opta por la actitud agresiva y el otro por la actitud pacífica, el agresor disfruta de la comida, mientras que el pacífico se retira sin perder nada. En el caso de que ambos jugadores decidan adoptar una actitud pacífica, el recurso en cuestión se compartirá.

La interacción puede representarse mediante la siguiente matriz de pagos:

	Halcón (Jugador 2)	**Paloma (Jugador 2)**
Halcón (Jugador 1)	–1, –1	**4, 0**
Paloma (Jugador 1)	**0, 4**	2, 2

Fuente: elaboración propia a partir de Pérez, Jimeno y Cerdá, 2013.

En este ejemplo, se asume que el valor del recurso (Comida) es 4 y que el coste del enfrentamiento es –1. Si ambos luchan (halcón contra halcón), el valor es negativo debido al daño sufrido, distribuido equitativamente entre ambos jugadores.

El análisis estratégico revela la existencia de **dos equilibrios de Nash en estrategias puras**. Apareciendo cuando uno de los jugadores adopta la estrategia de halcón y el otro la de paloma. En ambos casos, ninguno tiene incentivos a cambiar su comportamiento individualmente.

El Juego Halcón-Paloma permite modelar situaciones donde el enfrentamiento tiene un coste significativo, lo que obliga a los jugadores a valorar que es mejor, entre la agresividad directa y la retirada estratégica. Siendo utilizado este juego para explicar fenómenos como la competencia territorial o los enfrentamientos diplomáticos. Un caso muy cercano y actual es la política arancelaria de Donald Trump con los productos chinos, en el que ambos países han optado por ser el Halcón, poniéndose aranceles mutuamente y encareciendo la importación.

El juego del Halcón-Paloma, también posee **un equilibrio de Nash** en estrategias mixtas, apareciendo cuando los parámetros del juego están en cierto rango. En este equilibrio, cada jugador da unas probabilidades específicas a la acción de ser agresivo o pacífico. Esa probabilidad hace que el oponente esté indiferente entre pelear o no pelear.

En un análisis clásico, aunque le hayamos asignado valores como la matriz anterior, si ahora para definir cada concepto llamamos **V** el valor del recurso (es 4 en la matriz) y **C** el costo de resultar herido en una pelea (es -1 en la matriz), el equilibrio mixto suele consistir en jugar "Halcón" con probabilidad V/C y "Paloma" con probabilidad 1 – V/C (cuando V < C). Que podremos ver a continuación:

Equilibrio de Nash en estrategias Mixtas →

$$\text{Jugador 1} = \left(\frac{2}{3}, \frac{1}{3}\right) \qquad \text{Jugador 2} = \left(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}\right)$$

$$\text{Con ganancias en } \left(\frac{2}{3}\right), \left(\frac{2}{3}\right)$$

Poniendo un ejemplo, si el recurso vale menos que el coste de una herida, ningún jugador querrá pelear a menudo; el equilibrio mixto reflejaría precisamente esa actitud contenida. En cambio, si el recurso es muy valioso comparado con el coste de pelear, la teoría puede predecir **equilibrios puros** (ejemplo, siempre Halcón) o probabilidades límite (por encima de 100%), esto lleva a que en la práctica el ser agresivo se vuelva la estrategia dominante.

En resumen, bajo los parámetros normales, **el Halcón-Paloma** es muy parecido al **juego del Gallina**: tiene dos equilibrios puros y un equilibrio mixto que reparte el comportamiento agresivo/pacífico en la población. Este resultado a sido especialmente notorio en la biología, porque interpreta el equilibrio mixto como una frecuencia estable de individuos agresivos y pacíficos en una población (un equilibrio evolutivamente estable), solamente cuando ninguna de las dos tácticas por sí sola domina completamente a la otra.

4.5 Juego de la Caza del Ciervo (Stag Hunt)

El Juego de la Caza del Ciervo, nos muestra una situación en la que dos jugadores tienen que decidir entre una opción segura con recompensa moderada o una opción arriesgada con una recompensa superior, que solo es alcanzable si ambos colaboran.

Este modelo fue propuesto inicialmente por **Jean-Jacques Rousseau** como una metáfora sobre la cooperación social. Y se nos pone la siguiente situación: Dos cazadores pueden optar por cazar una presa grande, como es un ciervo, el cual requiere cooperación mutua. O también pueden optar por cazar un conejo, presa pequeña, siendo una tarea que puede realizarse de forma individual, pero con menor beneficio.

Si ambos cazan el ciervo, obtienen la mejor recompensa (pago). Sin embargo, si uno de ellos elige cazar un conejo mientras el otro espera cazar el ciervo, y el segundo jugador que va a por la presa grande fracasa en su objetivo, terminara sin recibir nada.

La situación puede representarse mediante la siguiente matriz de pagos:

	Ciervo (Jugador 2)	**Conejo (Jugador 2)**
Ciervo (Jugador 1)	**4, 4**	0, 2
Conejo (Jugador 1)	2, 0	**1, 1**

Fuente: elaboración propia a partir de Pérez, Jimeno y Cerdá, 2013.

En este caso, la caza del ciervo proporciona el máximo beneficio (4) para ambos jugadores, pero requiere coordinación. La caza del conejo, en cambio, garantiza un beneficio moderado (2) independientemente de la elección del otro jugador.

Desde el punto de vista estratégico, existen **dos equilibrios de Nash**:

1. Ambos jugadores eligen cooperar (cazar el ciervo), lo que representa una situación de máxima eficiencia colectiva.
2. Ambos jugadores optan por cazar el conejo, lo que constituye una estrategia segura ante la incertidumbre sobre la acción del otro.

Nos plantea un dilema entre **eficiencia y seguridad**. Aunque cooperar puede serlo mejor, la desconfianza o la falta de información pueden llevar a los jugadores a elegir estrategias conservadoras que, si bien no pueden ser muy optimas en términos colectivos, siguen resultando individualmente racionales.

Este tipo de Juego resulta especialmente útil para analizar la confianza y los procesos de coordinación entre grupos, instituciones, e incluso las sociedades.

Además de estos equilibrios puros, existe un **equilibrio de Nash** en estrategia mixta en **la Caza del Ciervo**. En ese equilibrio mixto, ambos jugadores randomizan entre cooperar y no cooperar con ciertas probabilidades. Cada jugador elegiría cooperar con una probabilidad p y q (1-p), tal que, dado p del otro jugador, se genere indiferencia entre cooperar o cazar al conejo.

Sin entrar en notación matemática, podemos razonarlo así: si tu compañero coopera con suficiente frecuencia, te conviene cooperar; si coopera de vez en cuando, mejor asegurar un conejo. Esto consigue que haya un punto intermedio donde ambos estén exactamente indiferentes: ese punto define p, la probabilidad de cooperar en el equilibrio mixto. Por ejemplo, con los pagos mencionados, se puede calcular que cada jugador cazaría el ciervo con probabilidad p = 1/(4–1), y la liebre con probabilidad q, saliendo menor al 50%. Esto significa que en el equilibrio mixto de este juego cada jugador coopera a veces y actúa de forma individualista otras veces. En concreto:

Equilibrio de Nash en estrategias Mixtas

$$\text{Jugador 1} = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) \qquad \text{Jugador 2} = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$$

Con ganancias en $2 , 2$

Hay que remarcar que ningún equilibrio mixto de **la Caza del Ciervo** puede dar una probabilidad de cooperar superior a 1/2 sin dejar de ser estable (porque si alguien coopera más de la mitad de las veces, el incentivo del otro ya sería siempre aprovecharse cazando liebres). Así, el equilibrio mixto, nos muestra una situación en la que los jugadores sólo cooperan de forma esporádica, ya sea por falta de confianza, asegurándose el conejo la mayoría de las veces.

Normalmente, en la práctica, la mayoría de los análisis enfatizan los equilibrios puros de **la Caza del Ciervo** (cooperación mutua vs. descoordinación), ya que son los más relevantes desde el punto de vista de políticas de cooperación. Mientras que el equilibrio mixto es matemáticamente posible, pero refleja un estado inestable en el que ninguno de los jugadores termina de inclinarse por cooperar plenamente ni por desconfiar totalmente.

4.6 Cara o Cruz

El juego conocido comúnmente como **"Cara o Cruz"** es un modelo que muestra una situación de juego de pura confrontación de intereses de dos jugadores, cuyos objetivos, es completamente opuesto.

Este juego se diferencia de los anteriores, ya que en ellos existe la posibilidad de coordinarse y/o de conseguir un resultado que beneficie a las todas las partes implicadas. En este caso, a la hora de la obtención de beneficios por parte de un jugador, vendrá obligatoriamente acompañada de la privación del mismo beneficio para el otro, de esta manera genera que el juego es de **suma cero**.

El planteamiento que sigue es simple: dos jugadores eligen simultáneamente entre cara o cruz de una moneda. Si ambos eligen la misma opción (cara/cara o cruz/cruz), el Jugador 1 gana. Si eligen opciones diferentes, gana el Jugador 2.

La matriz de pagos puede expresarse del siguiente modo:

	Cara (Jugador 2)	**Cruz (Jugador 2)**
Cara (Jugador 1)	1, –1	–1, 1
Cruz (Jugador 1)	–1, 1	1, –1

Fuente: elaboración propia a partir de Pérez, Jimeno y Cerdá, 2013.

Este juego no presenta ningún **equilibrio de Nash en estrategias puras**, ya que cualquier elección determinada de un jugador puede ser explotada por el otro. La única solución se encuentra en el uso de **estrategias mixtas**, en las que ambos jugadores asignan una probabilidad del 50% a cada una de sus opciones. De este modo, se garantiza que ninguno tenga incentivos para desviarse de su comportamiento aleatorio.

Equilibrio de Nash en estrategias Mixtas →

$$\text{Jugador 1} = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) \qquad \text{Jugador 2} = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$$

Con ganancias en $0, 0$

4.7 Comparación de equilibrios: ¿cuándo cooperar y cuándo no?

Una revisión conjunta de los juegos clásicos estáticos simples permite identificar patrones recurrentes y diferencias notables en cuanto a las recompensas ofrecidas por cooperar o competir. Todos los juegos que se tratan tienen la misma estructura básica del tipo de elección estratégica, la elección estratégica es simultánea, pero las condiciones de cada uno de ellos originan un tipo diferente de equilibrio al que se puede llegar.

En el caso de juegos como el **Dilema del Prisionero** muestran que la propia estructura de pagos penaliza la elección individual y egoísta, lo que permite el acceso a un equilibrio óptimo. En cambio, otros juegos como la **Caza del Ciervo**, permiten llegar a posiciones de equilibrio eficientes con cooperación, teniendo en cuenta, que esta posición de equilibrio solo se consigue en función de la confianza mutua o la percepción de riesgo que tienen ambas partes.

Los juegos de coordinación con conflicto, como son la **Batalla de los Sexos**, muestran cómo el problema no es la decisión de cooperar, sino cómo preferimos hacerlo. Los juegos de confrontación directa, como el **Juego de la Gallina o Halcón-Paloma**, demuestran que el propio equilibrio depende de la disposición individual a asumir riesgos y de la credibilidad de las amenazas de la otra parte.

En los juegos de suma cero, como lo son el clásico **Cara o Cruz**, muestran de forma ejemplar una lógica puramente competitiva desde la cual no es posible obtener un beneficio mutuo donde la lógica de equilibrio depende exclusivamente de la aleatoriedad.

Al final esta variedad de juegos nos demuestra cómo la cooperación o el conflicto dependen no solo de la racionalidad o irracionalidad de las decisiones llevadas a cabo por las diferentes partes, sino que también depende de la estrategia tomada en cada situación, de decisión en el que se realiza dicha decisión. Este hecho es esencial para poder utilizar la aplicación de la Teoría de Juegos a situaciones reales.

5. JUEGOS CLÁSICOS DINÁMICOS SIMPLES

Hasta este punto, el trabajo se ha centrado principalmente en juegos estáticos, en los cuales, los jugadores toman decisiones a la vez o sin conocer las elecciones de los demás. Sin embargo, en muchas situaciones reales, las decisiones se toman de manera secuencial: un jugador actúa primero y el otro después, teniendo en cuenta lo que el primero ha hecho. Este tipo de juegos recibe el nombre de **juegos dinámicos**.

En los juegos dinámicos, la representación habitual es en forma extensiva (mediante árboles de decisión), y el análisis se basa en cómo se desarrollan las decisiones a lo largo del tiempo. Pero no todos estos equilibrios son consistentes desde la perspectiva de la temporalidad, ya que para resolver estos juegos, no basta con identificar un equilibrio de Nash cualquiera, sino que es necesario usar un concepto más refinado: el **equilibrio perfecto en subjuegos**, que exige que las estrategias sean óptimas en cada posible momento del juego, incluso en situaciones que podrían alcanzarse si algún jugador se desviara de lo esperado.

Un **equilibrio perfecto en subjuegos** o también **equilibrio de Nash perfectos en subjuegos**, principalmente requiere que el equilibrio del juego no sólo sea como un todo, sino que, además, haya dicho equilibro en cada subsección o subparte del mismo juego, aun en aquellos casos en los que se puede llegar a ese punto por medio de una secuencia de acciones. De este modo, podemos decir que no hay **"amenaza vacía"**. Esto se debe a que la acción que tiene que seguir cada uno de los jugadores en cada momento es la que es óptima también desde el punto de vista del razonamiento, de modo que la propia posición es la mejor para todos los posibles escenarios a los que puedan llegar.

Aunque no profundizaremos en ello en el presente trabajo, el mecanismo habitual para obtener los equilibrios perfectos en subjuegos es la inducción hacia atrás, que consiste en analizar el juego desde del último movimiento hasta el primero, e ir estableciendo, en cada uno de los nodos, cuál es la acción óptima del jugador que está jugando en ese momento, de esta forma se obtienen estrategias que son equilibradas en todos los posibles subjuegos del juego original.

A continuación, veremos dos juegos clásicos dinámicos, **el Juego del Ultimátum** y **el Juego del Dictador**. A pesar de que ambos son parecidos con una configuración básica de "un jugador establece la división, el siguiente jugador la recibe" veremos que existe una existe una diferencia radical, ya que en el **juego del Ultimátum** el segundo jugador puede responder (aceptar o rechazar), mientras que en **el juego del Dictador** no.

5.1 Juego del Ultimátum

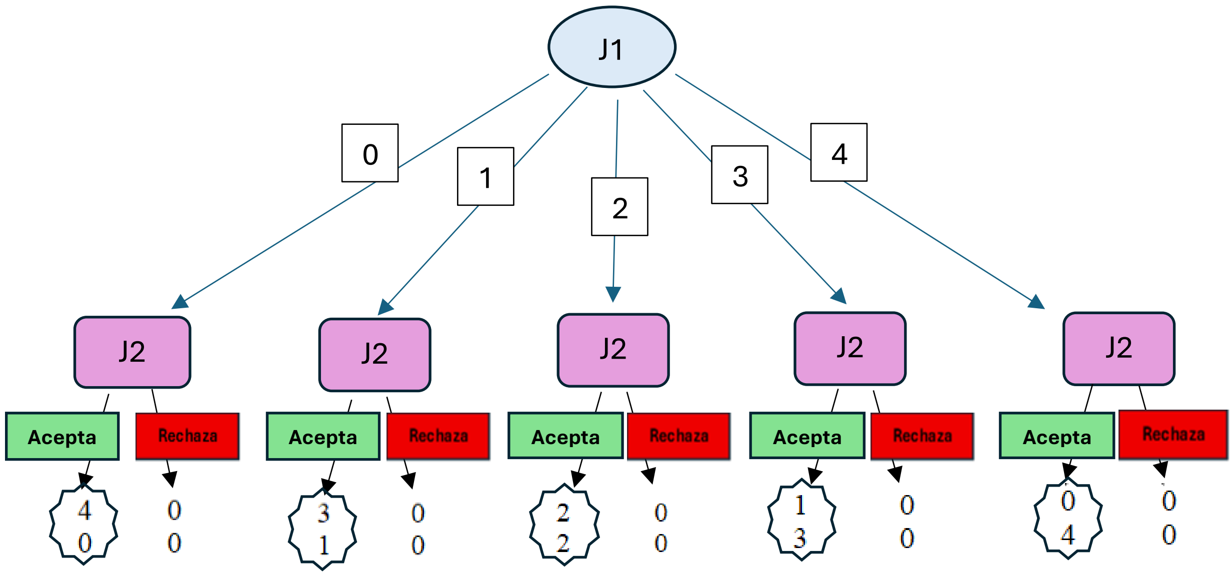
El **Juego del Ultimátum** es una forma de interacción secuencial, de dos jugadores, que permite abordar de forma profunda los conceptos de justicia, poder negociador y racionalidad limitada. En el mismo, el Jugador 1 propone como repartir una cantidad fija de recursos (por ejemplo, una cantidad dineraria) y, el Jugador 2 decide si acepta o no la oferta.

Si acepta la oferta, ambos jugadores se llevan las cantidades propuestas por el Jugador 1. Si no acepta la oferta, ninguno de ellos se lleva nada. Por muy irracional económicamente que se lo pueda considerar desde el punto de vista económico, puede observarse que muchas personas son propensas a extender la acción de rechazar ofertas percibidas como injustas, vaciando así total o parcialmente la versión del mecanismo que asigna sus resultados a la **"racionalidad económica hacia la máxima utilidad".**

Este juego se desarrolla siempre en forma extensiva, es decir, en forma de árbol que relata la secuenciación de decisiones y los resultados posibles dependiendo de las elecciones de los dos participantes. El equilibrio en que se persigue depende tanto de las expectativas como de la tolerancia hacia la desigualdad, por eso se ha convertido en una de las formas de juego más utilizadas en el análisis experimental en la economía del comportamiento.

Para ponerlo de ejemplo, supongamos un juego en el que se va a repartir una bolsa cargada de 4 caramelos, y estos caramelos se repartirán entre dos niños. El jugador 1 saca un número m de caramelos ($0 \leq m \leq n$) y se las ofrece al jugador 2. Este conoce el número de monedas ofrecidas y debe aceptar si recogerlas o no.

En caso de aceptar, el J2 recibe esos m caramelos y el J1 recibe las restantes ($n - m$ monedas). En el caso de rechazar, ninguno recibe ningún caramelo. A continuación, se representa el juego para el caso de caramelos.



Fuente: elaboración propia a partir de Pérez, Jimeno y Cerdá, 2013.

Es razonable suponer que, si el Jugador 2 tiene la opción de recibir 1 o más caramelos, lo más racional es aceptarla, incluso si la oferta no le parece justa. En concreto, cuando la cantidad ofrecida está entre 1 y 4, la respuesta óptima por parte de J2 será aceptar.

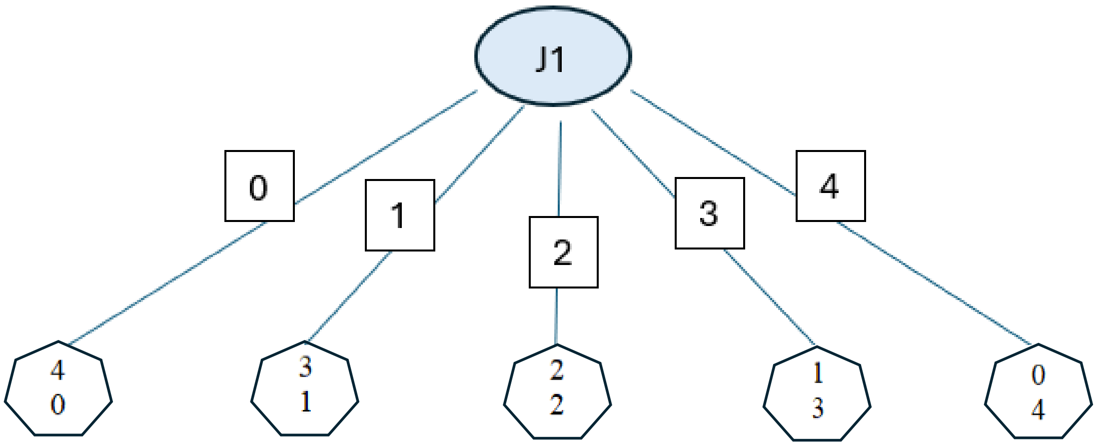
En el caso de que no se le ofrezca ninguno, el Jugador 2 se encuentra en una situación de indiferencia: aceptar o rechazar no cambia su resultado final, ya que en ambos casos obtendría 0. Por esta razón, en ese punto pueden existir dos respuestas posibles, y ambas deben ser consideradas.

5.2 Juego del dictador

Otro de los **Juegos dinámicos** simples es el **Juego del Dictador**, en el que Jugador 1 elige de forma unilateral la manera de repartir una suma con el Jugador 2, sin que éste tenga capacidad para aceptar o rechazar la oferta. Se emplea para investigar el grado de altruismo o egoísmo que presentan las conductas humanas.

A pesar de que la teoría económica explicativa indica que el Jugador 1 debería quedarse con todo, los estudios observan que son muchos los jugadores que reparten una porción significativamente positiva, mostrando la influencia de las normas sociales, de la moral interna y del sentido de la equidad.

Poniendo el anterior caso del **Juego del Ultimátum**, sea cualquiera la cantidad de caramelos repartida por el Jugador 1, el Jugador 2 no puede negarse a cogerlos. En este caso la representación en forma extensiva coincidiría con la figura del del **Juego del Ultimátum**.



Fuente: elaboración propia a partir de Pérez, Jimeno y Cerdá, 2013

Aunque en este juego se carece de conflicto estratégico, es primordial para examinar cómo las personas valoran las consecuencias de su conducta sobre los demás sin necesidad de presión ni castigo.

6. CONCLUSIONES

Como hemos podido ver en **la Teoría de Juegos**, los fundamentos de la Teoría de Juegos, centrándose en los juegos estáticos simples y en su capacidad para representar y simular situaciones de la vida real. Todo ello a través de los distintos apartados, en los que a su vez se han analizado los conceptos clave de esta disciplina, sus formas de representación, los distintos tipos de juegos y los ejemplos clásicos más conocidos, y que nos permiten interpretar con claridad cómo las decisiones individuales pueden derivar en resultados muy distintos según el contexto y la interacción entre los participantes (Jugadores).

Uno de los principales aprendizajes es lograr entender que los juegos no son solamente herramientas matemáticas o lógicas, sino los marcos de interpretación de estas situaciones cotidianas. Ya que la Teoría de Juegos permite modelarlas y analizar conductas reales en el ámbito social, político y económico, puesto que su forma de expresar esas interacciones estratégicas se convierte en una herramienta funcional para interpretar y prever comportamientos racionales, en forma de situaciones de conflicto o cooperación.

Por ejemplo, en la economía, tenemos juegos como el **dilema del prisionero** que ayudan a entender la colusión o la competencia entre empresas en mercados oligopolísticos. En ese tipo de escenarios, las decisiones racionales no siempre conducen al mejor resultado conjunto, lo que puede generar conflictos, y los cuales podemos prever con estos modelos.

Por otro lado, tenemos juegos como la **batalla de los sexos,** mostrando la dificultad para coordinarse cuando existen intereses comunes pero distintas preferencias, algo que suele ser habitual tanto en estrategias empresariales como en la toma de decisiones compartidas. Otro modelo es el **juego del gallina,** resultando útil para representar conflictos basados en la firmeza, como sucede en la disuasión militar o en negociaciones políticas, donde ceder puede tener consecuencias negativas, pero mantener una decisión nos implicara asumir riesgos.

También se ha incluido el **juego Halcón-Paloma**, dándonos una situación de competencia moderada donde ser agresivo o pasivo generan beneficios diferentes según la reacción del oponente, apareciendo en temas políticos de la actualidad, como Trump y los aranceles a China, viendo los conflictos sociales y que impacto tienen en las relaciones internacionales.

Incluso un juego tan simple y que es habitual ver en el día a día como **Cara o Cruz** ha permitido ejemplificar situaciones de confrontación pura, donde no hay equilibrios en estrategias puras y la aleatoriedad forma parte de la estrategia óptima.

Asimismo, se han abordado juegos dinámicos como el **ultimátum** o el **dictador**, que introducen el factor del tiempo y el orden de las decisiones como elementos clave para entender los resultados. En estos casos, la percepción de justicia, autoridad o poder desequilibran los pagos esperados, lo que amplía aún más las aplicaciones de la teoría.

Más allá de los ejemplos concretos, ha quedado demostrado que muchas decisiones cotidianas, tanto individuales como colectivas, pueden entenderse como juegos estratégicos. Compartir recursos, colaborar en proyectos comunes o incluso quedar con un grupo de amigos sin haberse puesto de acuerdo previamente son interacciones que responden a lógicas similares: hay varios jugadores, decisiones simultáneas o secuenciales, y un resultado que depende de las elecciones cruzadas.

El uso del **equilibrio de Nash** ha servido como herramienta de referencia para identificar aquellos puntos en los que ningún jugador mejora cambiando de estrategia por sí solo. Este concepto se ha aplicado a lo largo del trabajo tanto en estrategias puras como mixtas, permitiendo analizar los posibles desenlaces de cada juego con una lógica clara, y sin la necesidad de recurrir a desarrollos matemáticos.

Durante todo el desarrollo se ha mantenido una línea expositiva directa y accesible, con el objetivo el de poder ofrecer una explicación clara y aplicada de los conceptos estratégicos más relevantes. con el objetivo de facilitar la comprensión sin renunciar al rigor. Esto ha permitido que el lector pueda centrarse en el razonamiento estratégico y no tanto en el formalismo matemático, reforzando la idea de que la Teoría de Juegos es una herramienta transversal, útil para analizar decisiones racionales en múltiples contextos.

En definitiva, se puede afirmar que la **Teoría de Juegos** aparece para analizar conflictos o decisiones complejas, así como para prever conductas, encontrar acuerdos y el rendimiento que asume el actor en contextos interdependientes, al igual que los límites de la racionalidad del sujeto. Lejos de ser un mero ejercicio teórico, los juegos que se han trabajado dan pie a tener una mejor interpretación de la realidad estratégica que hay detrás de muchas decisiones individuales o colectivas.

BIBLIOGRAFIA

PÉREZ, Joaquín; CERDÁ, Emilio; JIMENO, José Luis. **Teoría de juegos**. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces, 2006.

GUTIÉRREZ MONTOYA, Guillermo Antonio. **"Un acercamiento a la Teoría de Juegos".** Revista Científica, vol. 1, nº 1, 2012, pp. 7–26. Universidad Don Bosco.

HERNÁNDEZ BLANDÓN, Juan Camilo. **Ejemplos clásicos de la Teoría de Juegos**. **TFG.** Valladolid: Universidad de Valladolid, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, 2022.

GARCÍA RUIZ, Celia. **Análisis y resolución de problemas sobre Teoría de Juegos. TFM**. Granada: Universidad de Granada, Máster en Matemáticas, 2022.

PINDYCK, ROBERT S., RUBINFELD, Daniel L. **Microeconomía** 7ª Ed, Pearson Educación, S.A., Madrid, 2009.

SAMUELSON, Paul A. **Microeconomía**, 18ª Ed, McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A.U, Madrid, 2006.

VON NEUMANN, John; MORGENSTERN, Oskar**. Theory of Games and Economic Behavior**. Princeton: Princeton University Press, 1944.

NASH, John. **"Equilibrium Points in N-Person Games".** Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 36, nº 1, 1950, pp. 48–49.

SELTEN, Reinhard. **"Reexamination of the Perfectness Concept for Equilibrium Points in Extensive Games"**. International Journal of Game Theory, 1975.

HARSANYI, John C. **"Games with Incomplete Information Played by 'Bayesian' Players"**. Management Science, vol. 14, nº 3, 1967.

RESTREPO, Juan David. **Aplicaciones de la teoría de juegos en la economía y la política**. Universidad Nacional de Colombia, 2009.

COSTALES, Alberto. **Estrategia y pensamiento racional**. Madrid: Alianza Editorial, 2000.

SHAPLEY, Lloyd S**. "A Value for N-person Games".** En: Contributions to the Theory of Games II. Princeton University Press, 1953.