

Artículo original

Una aplicación política para la enseñanza de la teoría de juegos

A political application for the teaching of game theory

David Almorza¹, Mariana V. Kandus², Arturo Prada¹ y Juan Carlos Salerno³.

¹Facultad de Ciencias del Trabajo. Universidad de Cádiz (España).

²INTA; Universidad de Morón (Argentina).

³INTA; USAL; Universidad de Morón (Argentina).

Manuscrito recibido: 3 de agosto de 2020; aceptado para publicación: 2 de noviembre de 2020

Autor de contacto: Dr. David Almorza Gomar. Facultad de Ciencias del Trabajo. Universidad de Cádiz (España).

Teléfono: +34686104252.

E-mail: david.almorza@uca.es

Resumen

La contribución de la teoría de juegos a diferentes conflictos ha resultado relevante. Uno de los principales aspectos es el conflicto político. Se presenta un ejemplo relacionado con un conflicto político que ha existido en España durante los años 2017 y 2018 sobre la independencia de Cataluña, desde la perspectiva de la teoría de juegos. Es un caso de interés desde el punto de vista de la enseñanza de la teoría de juegos, especialmente para un alumnado de la rama de ciencias sociales y jurídicas.

Palabras Clave: Teoría de juegos; conflicto político; juego matricial.

Abstract

The contribution of Theory of Games to different conflicts has been relevant. One of the main aspects is the political conflict. We present an example on political conflict that has been developed in Spain during the years 2017 and 2018 about the independence of Catalonia, from the perspective of theory of games. It is interesting from the point of view of the teaching of theory of games, in particular for students of social and law sciences.

Key Words: *Theory of games; political conflict; rectangular game.*

Introducción

En su origen, la Teoría de Juegos no es que fuera creada en sentido estricto ya que existían estudios previos, pero sí fue desarrollada por el matemático húngaro de nacimiento con nacionalidad estadounidense John Von Neumann (Budapest, 1903-1957) y el economista austríaco Oskar Morgenstern

(1902-1977). La obra que se considera como referencia es *Theory of games and economic behavior* en 1944, base de la actual Teoría de Juegos (Von Neumann y Morgenstern, 1944).

La Teoría de Juegos cuenta con muchas aplicaciones en

DOI: <http://doi.org/10.34073/225>

distintas disciplinas. Desde el estudio del comportamiento en los animales (Smith, 1974) o en plantas (McNickle y Dybzinski, 2013), hasta la medicina (Tomlinson, 1997) e incluso tiene aplicaciones en el fútbol (Sumpter, 2016; Arauz y Almorza, 2020).

Quizás tantas aplicaciones diferentes sea el motivo por el cual se ha incrementado la demanda por el aprendizaje de la Teoría de Juegos, y se hace necesario el simplificar, en ocasiones, su base matemática para llegar a un mayor número de investigadores y estudiantes.

Pero donde la Teoría de Juegos ha encontrado un importante campo de aplicación, ha sido en la economía, concretamente en el tratamiento de los conflictos y de las situaciones conflictivas. Quizás de esta aportación de la Teoría de Juegos a la resolución de conflictos pueda parecer a su vez que el conflicto se comporta como un camino para enfocar la enseñanza y el aprendizaje de la Teoría de Juegos.

En el Máster en Mediación utilizamos esta perspectiva para la enseñanza de la Teoría de Juegos, y es a partir del conflicto y de las situaciones conflictivas desde las que se inicia el acercamiento a los problemas que ilustran las cuestiones teóricas a desarrollar.

De esta manera se establecen dos planteamientos respecto a los tipos de juegos en función de que se esté tratando de juegos Cooperativos o de juegos No Cooperativos. Cuando no hay cooperación se dice también que se trata de un juego competitivo, ya que los jugadores tienen intereses que son opuestos. Sin embargo, el caso de los juegos cooperativos lo que se abre es un nuevo panorama lleno de dificultades en los problemas y en sus planteamientos. Precisamente fue en el año 1994 cuando John Charles Harsanyi, John Forbes Nash y Reinhard Selten recibieron el Premio Nobel en Economía por “El análisis pionero del equilibrio en la Teoría de Juegos No Cooperativos” (Monsalve, 2003), lo que demuestra, precisamente, la dificultad del tratamiento.

La asociación entre conflicto y teoría de juegos, a la que hemos hecho referencia anteriormente y que ha cobrado especial relevancia desde comienzos del presente siglo (Almorza, 2019), ha funcionado de manera especial como demuestra de su contribución en el mundo de la Economía en general y, a través de ella, en la Resolución de Conflictos en particular, y que se justifica en la misma trayectoria de las investigaciones y de sus resultados.

Fue en el año 2005 cuando se concede el Premio Nobel de Economía a los investigadores Robert Aumann y Thomas Shelling, premio que viene avalado por sus trabajos en situaciones de conflicto “y por haber aumentado nuestra comprensión del conflicto y la cooperación a través del análisis de la Teoría de Juegos” (Fernández, 2006).

El caso que se presenta en este artículo es uno que se engloba dentro de este contexto del conflicto político. Forma parte de los conflictos políticos y se describe como un juego no cooperativo o competitivo ya que los intereses de cada parte son contrarios. Le hemos denominado durante las clases como: “el político y la euro-orden”. Su actualidad, su proximidad en los medios de comunicación, así como el general conocimiento del problema que tiene el alumnado, hace que ya de inicio sea una situación que despierte su interés.

Los casos prácticos como el que a continuación se presenta tienen mucha utilidad en la captación de la atención de los estudiantes y en la posterior presentación del fundamento teórico que se aplica en la resolución del caso en concreto. Esta es la situación en la que se encuadra el planteamiento que a continuación se desarrolla.

Desarrollo

Tal como se ha introducido, se presenta en este trabajo un resultado aplicable a un conflicto político que ocurre en una situación antagónica. Se inspira y se ilustra con un suceso real y reciente. Durante el año 2017 se ha puesto de manifiesto un conflicto político en España en cuanto a la reclamación de independencia de Cataluña. Así da comienzo el problema titulado el político y la euro-orden.

El referéndum de independencia de Cataluña de 2017 ocupó las portadas de todos los medios de comunicación en su momento y constituyó la información principal, con un seguimiento mediático constante y de carácter internacional. Este referéndum fue convocado para el día 1 de octubre del año 2017 por el Gobierno de Cataluña (Ley 19/2017), y más tarde fue suspendido por el Tribunal Constitucional de España (Pleno Sentencia 114/2017).

Durante el transcurso de los acontecimientos, el día 30 de octubre del año 2017, la persona que era responsable en ese momento del gobierno catalán, el señor Puigdemont, junto con cuatro exconsejeros más, trasladan su domicilio

fuera de España, a Bruselas (Bélgica), tal como informan Pérez y Ríos (2017).

A partir de aquí definimos quiénes son los dos jugadores. Al problema se le ha llamado “el político y la euro-orden”. El jugador número uno será, por tanto, el político, aunque habría que realizar varias consideraciones. Siendo cierto que las euro-órdenes se realizan hacia personas concretas, identificar de esta manera al jugador número uno como “el político” parece preciso. No obstante, no hay que olvidar que este político, en realidad el señor Puigdemont, actúa como militante de un partido político y en defensa de unos intereses que no son particulares, sino del colectivo al que representa. Una vez aclarada la idea, mantendremos el nombre de “el político” solo a efectos de simplificar el problema y al amparo de ser el receptor más conocido de la euro-orden.

En cuanto a la identidad del segundo jugador, “la euro-orden” también habría que hacer ciertas matizaciones importantes, porque como tal una euro-orden no actúa por sí misma, sino que hay alguien que la activa y desactiva. Tampoco es correcto considerar a la justicia española como un jugador, ya que la actuación de la justicia se basa en velar por el cumplimiento de la legislación vigente. En este caso se da la circunstancia de que las decisiones que tome la justicia repercuten en la opinión de los ciudadanos, ya que el problema se encontraba politizado y era empleado como si fuera un arma arrojada por el partido y los seguidores del señor Puigdemont, y también por aquellos miembros y votantes del partido político (o partidos políticos, aunque a efectos de referirnos al segundo jugador se utilizará el singular por simplificar) que sea su antagonista electoral. Evidentemente, se podría considerar que el jugador número dos fuera el Estado Español, ya que en ese momento el partido antagonista, junto con sus asociados, contaba con mayoría absoluta en el Parlamento. Pero el problema se encontraba a nivel social muy identificado en la persona del señor Puigdemont, y en la del partido que estaba en el gobierno en ese momento, que a su vez tampoco actuaba por decisión propia, sino que se veía afectado por las decisiones de la justicia. Todo este entramado se ha querido resumir con el nombre de “la euro-orden” y asignarle el rol de jugador número dos.

Esta forma de no ser un jugador al uso, tal como es habitual

en los problemas de Teoría de Juegos, no resulta tan extraño en este momento al alumnado de la asignatura ya que han comprendido previamente en clase durante el caso del conflicto con el clima de Shikin (2003).

Por consiguiente, se entiende cuando se afirma que aquello que beneficie al partido que representa el señor Puigdemont tendrá un efecto negativo para el segundo jugador, el partido político que sea su antagonista. Y también ocurre al contrario, es decir, aquello que beneficie al partido antagonista tendrá un efecto negativo sobre el partido que representa el señor Puigdemont. Por tanto, nos encontramos ante un juego no cooperativo o competitivo.

Quedan por definir a continuación cuáles serán las estrategias. “El político” puede elegir entre dos estrategias: una estrategia es la de regresar a España para entregarse, y la otra es la de no hacerlo y esperar a que se establezca una resolución judicial belga que determine su detención y posterior extradición. “La euro-orden”, por su parte, solo puede estar activada o desactivada.

Definidos así los jugadores y sus estrategias, procede a continuación determinar la matriz de pagos del juego. Para la asignación de los pagos puede realizarse como indica por ejemplo Zagare (1984), ordenando de 1 a 4 puntos cada una de las combinaciones de estrategias, otorgando 1 punto a la combinación menos favorable y 4 puntos a la combinación más conveniente.

Podría pensarse que para el político lo más conveniente sería que se emitiera la euro-orden, pero no entregarse a la policía, con lo que su detención, posterior encarcelación y extradición, si así procediera, conllevaría una difusión mediática importante y una internacionalización aún mayor del conflicto, y por tanto esa combinación estratégica se podría calificar con 4 puntos.

Por el contrario, la situación que se consideraría como menos favorable para sus intereses, y que en consecuencia se puntuaría con el mínimo valor de 1 punto, sería el caso en que no se emitiera la euro-orden y que además el político se entregara voluntariamente a las autoridades.

Los mismos planteamientos, pero al contrario son los que caben para el segundo jugador, para el cual lo más conveniente sería que la justicia española no emitiera ninguna euro-orden y que se produjera una entrega voluntaria por parte del político a las autoridades españolas.

Esta combinación le supondría un beneficio de 4 puntos. Lo menos conveniente para el segundo jugador sería que se generase el mayor efecto mediático posible, y eso se lograría si la justicia española emitiese la euro-orden y a continuación el político no se entregase a la policía. Esta situación se podría valorar con 1 punto.

Sobre las dos combinaciones de estrategias restantes podrían albergarse muchas dudas. Entregarse de manera voluntaria una vez emitida la euro-orden podría resultar más, menos o igual de favorable para los intereses de los jugadores que la alternativa de no entregarse a la justicia sin existir euro-orden.

En el primer caso (entregarse con euro orden) habría un efecto mediático menor, pero en el segundo caso (no entregarse sin euro orden) quedaría en una situación que le permitiría al político podría continuar con charlas, debates y conferencias al menos en Europa, aunque con vistas a una pronta extensión intercontinental. De hecho, en una segunda fase del conflicto fuera del planteamiento de Teoría de Juegos que se está haciendo, se da por un breve espacio de tiempo esta situación.

Parece claro que cualquiera de estas combinaciones tendría un beneficio menor estricto que 4 puntos y mayor estricto que 1 punto para ambos jugadores. El problema ahora está en determinar qué cantidades en puntos corresponderían a cada situación. Para abordar este problema hemos demostrado el siguiente resultado, con el que comienza el próximo epígrafe, que establece que en estas condiciones la puntuación que cada jugador asigne a estas combinaciones de estrategias, no tiene ningún efecto sobre la decisión final.

Resultado: Dada una matriz de juego 2×2

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$$

a) Cuando se verifican las siguientes desigualdades: $a > b$; $c > a$; $d > b$ y $c > d$, la estrategia óptima es independiente de la relación entre a y d , estableciéndose el punto de equilibrio en elegir la segunda estrategia de cada jugador.

b) Cuando se verifican las siguientes desigualdades: $b > a$; $a > c$; $b > d$ y $d > c$, la estrategia óptima es independiente de la relación entre a y d , estableciéndose el punto de equilibrio en elegir la primera estrategia de

cada jugador.

Demostración:

a) De la aplicación de la regla maximin se da que los mínimos de las estrategias para el jugador A serían b y d , siendo d el máximo entre ellos. De la aplicación de la regla minimax se sigue que los máximos de las estrategias para el jugador B serían c y d , siendo d el mínimo entre ellos. Por tanto, el valor óptimo se encuentra en d , obteniéndose cuando cada jugador elige su segunda estrategia. En ningún momento se han comparado los valores a con d , y da igual cuál sea mayor o si son iguales.

b) De la aplicación de la regla maximin se da que los mínimos de las estrategias para el jugador A serían a y c , siendo a el máximo entre ellos. De la aplicación de la regla minimax se sigue que los máximos de las estrategias para el jugador B serían a y b , siendo a el mínimo entre ellos. Por tanto, el valor óptimo se encuentra en a , obteniéndose cuando cada jugador elige su primera estrategia. En ningún momento se han comparado los valores a con d , y da igual cuál sea mayor o si son iguales.

Se trata de un resultado especialmente interesante ya que las comparaciones para obtener las estrategias óptimas se realizan entre los valores de a y de d con los valores de b y de c , pero no se comparan los valores de a y de d entre sí, por lo que la relación que exista entre esos valores no afecta a la elección de la estrategia óptima.

Es un resultado que se verifica siempre y, por tanto, cuando se asignen pagos máximos y mínimos estrictos en estas condiciones dentro de un problema, la importancia que se le dé a las otras combinaciones estratégicas es irrelevante a efectos de resolución.

Careciendo entonces de importancia el orden de estos valores, ya sea $a > d$, $d > a$ o $a = d$, podemos asignar en este ejemplo el valor que se prefiera con la única restricción es que deben ser mayores que 1 punto y menores que 4 puntos. Por consiguiente, en este planteamiento podemos proponer un pago de 2,5 puntos en cada caso ($a = d = 2,5$ puntos).

Cuando se plantea este ejercicio en clase, una vez explicado el resultado y su demostración, se deja libertad al alumnado

para que resuelva qué valores asigna para los pagos a y d en las combinaciones de estrategias que les corresponden, y estos valores quedan a la consideración de sus propios planteamientos políticos e ideológicos. Al final comprueban, como se demuestra en el resultado anterior, que la cantidad por ellos asignada no es relevante para la resolución del ejercicio.

A efectos del planteamiento, como jugador A se designará al que hemos llamado “la euro-orden”, y sus estrategias dependerán, tal como se ha determinado, de la acción de la justicia española. Como jugador B, y también a efectos de planteamiento, se considerará “el político”. La matriz de pagos definitiva quedaría tal como se recoge a continuación en la **Tabla I**.

Tabla I: Matriz de pagos.

	<i>El político se entrega a la justicia española.</i>	<i>El político no se entrega a la justicia española.</i>
<i>Se activa la euro-orden.</i>	2,5; 2,5	1; 4
<i>No se activa la euro-orden</i>	4; 1	2,5; 2,5

En este momento se insiste en que se trata de un juego no cooperativo, y se comprueba cómo esta matriz de pagos de tipo bimatricial puede escribirse además en forma de las dos matrices de pago siguientes en función de considerar a los jugadores A y B respectivamente:

$$\begin{pmatrix} 2,5 & 1 \\ 4 & 2,5 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 2,5 & 4 \\ 1 & 2,5 \end{pmatrix}$$

Queda además por considerar la intervención del tiempo. Un jugador puede actuar en primer lugar, en último lugar o bien actuar simultáneamente con el segundo jugador. En teoría se establece que ambos jugadores jueguen de manera simultánea, pero la situación cambia si en vez de eso un jugador actúa antes que el otro. Si un jugador hace su movimiento primero, el segundo jugador dispondrá de una información adicional que le será útil para realizar su propio movimiento. Este aspecto no resulta extraño al alumnado porque se ha hecho referencia a él cuando se presentó, previamente durante la docencia, el modelo del duopolio de

Stackelberg (Stackelberg, 1934).

En el caso que nos ocupa, y aplicando la regla de dominación (Almorza, 2019), lo más conveniente para el Jugador A, la euro-orden, sería que no se activara la euro-orden. Para el Jugador B, el político, la estrategia más conveniente es que el señor Puigdemont no se entregara de manera voluntaria a la justicia española.

Si nos centramos en el caso de la matriz de pagos del jugador A, la segunda estrategia domina sobre la primera (4 es mayor que 2,5 y 2,5 es mayor que 1), por tanto, lo que le interesa es que no se active la euro-orden. En el caso de la matriz de pagos del jugador B, la segunda estrategia domina sobre la primera (por el mismo motivo, 4 es mayor que 2,5 y 2,5 es mayor que 1), por tanto, lo que le interesa es no entregarse a la justicia española.

En la práctica lo que ocurrió es que se cursó la euro-orden por parte de la justicia española (García y Gálvez, 2017), dando de esta manera la oportunidad de que el partido que representa el señor Puigdemont llevase a cabo la estrategia que le resultaba más conveniente y que fue la de esperar a ser detenido y extraditado a España a partir de la euro-orden. Es decir, optaron por presentarse ante la justicia belga y a continuación fueron puestos en libertad a la espera de una resolución definitiva (Sánchez y Ayuso, 2017).

A partir de entonces se sucedieron una serie de acontecimientos con distintas actuaciones por parte de la justicia española y diferentes acciones del señor Puigdemont, que ya no son parte del ejercicio. De todas formas, se muestran en clase porque lo que ocurre es una sucesión de cambio de estrategias asociadas al tiempo. Lo primero que ocurrió fue la retirada de la orden de detención el día 5 de diciembre de 2017 (Fernández, 2017). A partir de ese momento el señor Puigdemont incrementa su actividad de difusión internacional viajando a otras ciudades como Copenhague (Dinamarca), Ginebra (Suiza) o Helsinki (Finlandia) tal como era previsible dentro de esta combinación estratégica.

En estas condiciones el jugador A cambia de estrategia y se vuelve a emitir la euro-orden. Se trata de un nuevo movimiento que se realiza en el tiempo y en un momento en el que el señor Puigdemont no está en Bélgica. En consecuencia, es detenido en Alemania el día 25 de marzo de 2018 (Carbajosa, 2018), aunque después es puesto

en libertad bajo fianza. La historia se explica hasta este momento para que el alumnado recuerde lo que se le ha manifestado acerca de la influencia que puede tener la elección del tiempo, así como la posibilidad de cambiar de estrategia que siempre va a tener cada jugador con independencia de haber llegado o no a su punto de equilibrio. El aspecto del cambio de estrategia también es una idea que el alumnado ha visto durante el curso, en las primeras sesiones cuando se ha tratado el problema de la falta de equilibrio y la necesidad de proponer una estrategia combinada, y también ha estudiado los problemas que en estas condiciones genera mantener siempre la misma estrategia por parte del mismo jugador cuando no hay equilibrio y en ausencia de una sola estrategia óptima por parte de cada jugador.

No se puede negar que, en ocasiones durante el debate en clase, y dada la proximidad en el tiempo y en el espacio del tema, ha sido necesario insistir en la importancia que tiene el hecho de fijar el problema en el punto de vista matemático, y recordar al alumnado que, como expertos en mediación, deben abstraerse de otro tipo de consideraciones y adoptar una perspectiva objetiva, sin incorporar las propias opiniones políticas, en el tratamiento del problema.

Conclusiones

En la modelización de un conflicto para transformarlo en un juego, es necesario abstraerse de otras consideraciones más allá de las que sean necesarias para visualizar el problema. No obstante, cuando se plantea un escenario político existen otras muchas cuestiones que son difíciles de asociar al problema tratado, especialmente por alguien que es ajeno a ellas. Por ese motivo, en la simplificación que se hace de este proceso no se pueden contemplar esas otras cuestiones que de seguro habrán interferido.

El objetivo de este trabajo era presentar un ejemplo de aplicación para la docencia sobre modelización y resolución por medio de la teoría de juegos, a la vez que se compara con el resultado observado en la realidad.

Durante la explicación del problema los estudiantes aplican distintos aspectos de importancia en cualquier problema de Teoría de Juegos: reconocer a los jugadores que intervienen, determinar las estrategias de cada uno de ellos, identificar si se trata de un juego cooperativo o no, establecer la matriz

de pago correspondiente, convertir un juego bimatricial en dos matrices de pago, analizar la influencia que tiene que un jugador realice su movimiento antes, después o a la vez que el otro y por último resolver un problema aplicando la regla de dominación.

Además, y como complemento en este caso, se demuestra y aplica directamente un resultado teórico para los casos en los que se construye la matriz de pago mediante la asignación de valores por orden de preferencia en una escala que va desde 1 punto para la situación menos conveniente hasta 4 puntos para la situación preferida.

La experiencia que se ha tenido a largo de estos años en la docencia de Teoría de Juegos en el Máster de Mediación de la Universidad de Cádiz con este sistema de presentar casos y resolverlos ha sido, al menos desde el punto de vista docente, muy satisfactoria. Pensamos que el alumnado consigue entender el planteamiento y la resolución de problemas sin necesidad de tener una base amplia en matemáticas o en estadística a la vez que sin olvidar la fundamentación de la teoría.

En este caso concreto que aquí se ha descrito, hay que destacar que cuando incorporamos y presentamos en clase el problema del político y la euro-orden, al alumnado le produce un interés especial y en seguida se logra captar su atención. Incluso se comprueba que es capaz de alcanzar el nivel de abstracción necesario como para entender una demostración de un resultado teórico y verificarlo en un caso práctico.

Por último, manifestar que cuando el alumnado que atiende a una asignatura como es la Teoría de Juegos, proviene de una formación académica tan dispar, con poco o a veces nulo (como es en el sistema universitario español los egresados de la titulación de derecho, por ejemplo) bagaje matemático y estadístico, la dificultad docente se ve incrementada. Por eso a veces se hace necesario obviar un poco el rigor o el formalismo matemático en cuanto al desarrollo y a las demostraciones.

En su lugar, resulta mucho más atractivo invitar al alumnado a afrontar la materia desde problemas y casos concretos que les permita, a partir del reconocimiento de la utilidad práctica, conocer los aspectos teóricos y así progresar en los diferentes aspectos. El caso del político y la euro-orden creemos que ha sido de mucha utilidad en nuestro caso y

desde aquí se comparte.

Referencias bibliográficas

- Almorza, D. (2019). *Introducción a la Teoría de Juegos desde la perspectiva del conflicto*. Buenos Aires, Argentina. Sociedad Argentina de Genética.
- Arauz, J.J. y Almorza, D. (2020). Una aplicación de la Teoría de Juegos al lanzamiento e penaltis en fútbol. *Training fútbol. Guía didáctica del entrenador de fútbol*, 283, 1-3.
- Carbajosa, A. (26 de marzo de 2018). Puigdemont detenido en Alemania tras entrar en coche desde Dinamarca. *El País*. 26 de marzo de 2018. Recuperado de: https://elpais.com/politica/2018/03/25/actualidad/1521973804_797756.html
- Fernández, C.B. (5 de diciembre de 2017). ¿Por qué Pablo Llarena ha retirado la orden de detención contra Puigdemont? *El País*. Recuperado de: https://elpais.com/economia/2017/12/05/mis_derechos/1512476252_951116.html
- García, J. y Gálvez J.J. (3 de noviembre de 2017). La juez Lamela dicta orden internacional de detención para Puigdemont y el resto de exconsellers. *El País*. Recuperado de: https://elpais.com/politica/2017/11/03/actualidad/1509697203_693777.html
- Gibbons, R. (2011). *Un primer curso de Teoría de Juegos*. Barcelona, España. Antoni Bosch Editor.
- Ley 19/2017, de 6 de septiembre, del referéndum de autodeterminación. DOGC (Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya) número 7449A de 6 de septiembre de 2017. Referencia: CVE-DOGC-B-17249083-2017.
- McNickle, G.G. y Dybzinski, R. (2013), Game theory and plant ecology. *Ecology Letters*, 16 (4), 545-555.
- Monsalve, S. (2003). John Nash y la Teoría de Juegos. *Lecturas Matemáticas*, 24, 137-149.
- Neumann, J. Von y Morgestern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behaviour*. Princeton, New Jersey. Princeton University Press (USA).
- Pérez, C. y Ríos, P. (31 de octubre de 2017). Puigdemont y cinco exconsejeros se refugian en Bruselas. *El País*. Recuperado de: https://elpais.com/politica/2017/10/30/actualidad/1509367642_165219.html
- Pleno Sentencia 114/2017, de 17 de octubre. Recurso de Inconstitucionalidad 4334-2017. BOE (Boletín Oficial del Estado) número 256 de 24 de octubre de 2017. Referencia: BOE-A-2017-12206.
- Sánchez, A. y Ayuso, S. (28 de julio de 2017). El juez deja en libertad a Puigdemont y a los cuatro exconsellers hasta resolver la orden de detención. *El País*. Recuperado de: https://elpais.com/politica/2017/11/05/actualidad/1509872888_950724.html
- Sánchez-Cuenca, I. (2009). Teoría de Juegos. *Colección Cuadernos Metodológicos*, 34. Madrid, España. CIS (Centro de Investigaciones Sociológicas).
- Shikin, I.V. (2003). *Introducción a la Teoría de Juegos*. Moscú, Rusia. Editorial URSS.
- Smith, J.M. (1974). The theory of games and the evolution of animal conflicts. *Journal of Theoretical Biology*, vol. 47 (1), 209-221.
- Stackelberg von H. (1934). *Marktform und Gleichgewicht*. Viena, Austria. Julius Springer, Cfr. Gibbons (2011).
- Sumpter, D. (2016). Fútbol y Matemáticas. *Aventuras matemáticas del deporte rey*. Barcelona, España. Editorial Ariel.
- Tomlinson, I.P.M. (1997). Game-theory models of interactions between tumour cells. *European Journal of Cancer*, vol. 33, 9, pp. 1495-1500.
- Zagare, F.C. (1984). Game Theory. Concepts and Applications. *Series: Quantitative Applications in the Social Sciences*. Sage University Paper (USA).