

MENCIÓN HONORÍFICA

Una Experiencia Interdisciplinar en la Enseñanza de la Teoría de Juegos.

Julio Ignacio Abad González
Profesor Titular de Escuela Universitaria
Área de Estadística e Investigación Operativa
Departamento de Economía y Estadística
julio.abad@unileon.es

Ana Pardo Fanjul
Profesora Colaboradora
Área de Economía Aplicada
Departamento de Economía y Estadística
ana.pardo@unileon.es

1 INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La **Teoría de Juegos**, desarrollada por Von Neumann y Morgenstern en su libro *The Theory of Games and Economic Behavior* (1944) es una rama de las matemáticas que se ocupa de los problemas de decisión interactivos o situaciones estratégicas interdependientes, es decir, aquellas en que varios agentes toman decisiones, en función de esas decisiones se obtiene un resultado, y cada uno de los agentes tiene sus propias preferencias sobre los distintos resultados posibles.

Por tanto, podemos definir un juego en este contexto como una “situación en la que compiten dos o más jugadores” (Ferguson y Gould, 1975), “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 (Nicholson, 2001), o bien como un “problema de toma de decisiones, donde el rendimiento (que obtiene una persona) depende no solo de sus propias decisiones sino también de las decisiones de las otras personas que participan en el juego” (Maddala y Miller, 1991).

En el libro de Von Neumann y Morgenstern se muestran dos planteamientos distintos de la teoría de juegos: la Teoría de Juegos no cooperativa o estratégica y la Teoría de Juegos cooperativa o coalicional. En el primer planteamiento, el no cooperativo, hay que definir claramente qué es lo que cada uno de los agentes puede y no puede hacer (puede describirse con precisión a través de un modelo matemático) y buscar una estrategia óptima para cada uno de ellos. El segundo de los planteamientos, el cooperativo, muestra que la gran variedad y complejidad de las distintas formas de cooperar hacen imposible describirlo a través de un modelo matemático sencillo.

Según Soto y Valente (2005), los **supuestos de partida de la Teoría de Juegos** son los siguientes:

- Cada uno de los jugadores tiene a su disposición dos o más opciones bien especificadas llamadas jugadas o estrategias.
- Cada posible combinación de jugadas disponibles para los jugadores los guía a un estado final bien definido (ganar, perder o retirarse) que dará por concluido el juego.
- Una retribución específica para cada jugador está asociada con cada situación final.
- Cada jugador tiene perfecto conocimiento del juego y de su oponente, lo cual significa que el jugador conoce las reglas del juego, las preferencias y creencias de los demás jugadores, las retribuciones del resto de jugadores así como lo que cada jugador puede o no puede hacer.

- Todos los jugadores son racionales, esto implica que cada jugador, disponiendo de dos o más opciones seleccionará aquella que le reporte un mayor beneficio o utilidad.

Aunque tiene muchas aplicaciones, la teoría de juegos se utiliza principalmente en el campo de la Economía y la Empresa. En este contexto, **la Teoría de Juegos es un método que se utiliza para analizar la conducta de las empresas, en el sentido de cuáles serán sus posibles estrategias para su inserción, mantenimiento o expansión en los distintos mercados.** Por todo ello, la Teoría de Juegos resulta de gran utilidad para estudiar el comportamiento de la economía en temas relacionados con la teoría del oligopolio, ya que el número de empresas en un mercado oligopolístico es pequeño, y cada una debe actuar estratégicamente puesto que sus beneficios van a depender no solo de cuánto produce cada una sino también de cuánto producen las demás. Cada una de las empresas, a la hora de tomar la decisión de cuánto producir, debe preguntarse cómo afecta su comportamiento a las decisiones de producción que tomen el resto.

Dado que el estudio de la teoría del oligopolio se enmarca dentro de la asignatura *Economía Industrial*, la Teoría de Juegos constituye a su vez una parte relevante dentro de esta asignatura. En cursos académicos anteriores su comprensión por parte de los alumnos resultaba ardua ya que existen muchos matices difíciles de entender y requiere de un nivel de abstracción y modelización del mundo real que en muchas ocasiones supera las capacidades de muchos de ellos. Ante estas dificultades, decidimos realizar una experiencia práctica, en la que los alumnos pudieran ir descubriendo por ellos mismos esos matices y les resultara, por tanto, más sencillo entender la Teoría de Juegos.

Asimismo, vimos que había claras posibilidades de interrelación con *Estadística II*, otra de las asignaturas que se imparten en el mismo curso y semestre de la titulación.

2 OBJETIVOS

Los **objetivos fundamentales** que se persiguen con esta experiencia son los siguientes:

- Mejorar la comprensión de la Teoría de Juegos. La participación una experiencia de esta naturaleza “proporciona a los alumnos la oportunidad de observar cómo su propio comportamiento, sin ningún conocimiento previo sobre la teoría, reproduce los resultados teóricos que se les explican tras la realización de la actividad. Esto les permite comprender más rápidamente los principios económicos y entender cómo las reglas afectan al comportamiento de los individuos” (Pascual *et al.*, 2009, p. 5).

- Mostrar la aplicación práctica de la teoría de juegos y aproximar a los alumnos a la realidad empresarial, particularmente, en lo que a la toma de decisiones se refiere.
- Motivar a los alumnos al aumentar su grado de involucración en el proceso de enseñanza-aprendizaje dado que, por ejemplo, ellos son los encargados de analizar unos datos que ellos mismos han generado.
- Poner en práctica formas de aprendizaje colaborativo que resulten más atractivas a los alumnos, favoreciendo no solo la adquisición de conocimientos por su parte sino también el desarrollo de la actitud crítica y el pensamiento creativo.

3 DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Dado que el objeto de estudio de la Teoría de Juegos es la interacción estratégica y que la Economía Experimental permite estudiar fenómenos económicos utilizando individuos reales en condiciones controladas, decidimos organizar esta actividad como un experimento en el que los alumnos tuviesen que actuar como empresas que operan en un mercado oligopolístico ante distintas situaciones.

Los resultados del experimento serían analizados con posterioridad por medio de técnicas estadísticas al objeto de comprobar si los individuos se han comportado según lo pronosticado por la Teoría de Juegos.

De acuerdo con este planteamiento, la experiencia se ha desarrollado siguiendo las cuatro etapas siguientes:

1ª Etapa

En una sesión de clase de la asignatura *Economía Industrial*, los alumnos han formado parejas y han participado en varios juegos asumiendo el rol de empresas competidoras en un mercado duopolístico.

Dado que esta experiencia se realizó antes de la explicación en sesión magistral de la Teoría de Juegos (era necesario hacerlo así para poder valorar si ésta mejoraba o no la comprensión de esta parte de la asignatura), en primer lugar, fue necesario introducir los siguientes conceptos básicos antes de proceder con la realización de los juegos:

- **Jugadores:** cada uno de los agentes que toman decisiones eligiendo de entre un conjunto de alternativas posibles. Cada jugador elegirá aquella opción que maximiza su ganancia o rendimiento.
- **Estrategia:** cada curso de acción que elige un jugador.

- **Matriz de rendimientos:** representación tabular de las distintas combinaciones de estrategias que se pueden dar en un juego y de las ganancias obtenidas por cada uno de los jugadores al final del juego de acuerdo con la solución final alcanzada. Las estrategias alternativas de cada jugador se presentan en la parte izquierda y superior de la tabla y las ganancias o rendimientos derivados de cada combinación de decisiones se presentan en la parte interior de la tabla.

Una vez familiarizados con la terminología y con la interpretación de la matriz de rendimientos (elemento clave para el buen desarrollo del proceso), se explica a los alumnos la **mecánica general de todos los juegos**:

- En cada juego, se mostrará una matriz de rendimientos y cada miembro de la pareja deberá optar por una de las dos opciones posibles (A o B) sabiendo cuáles serían las consecuencias económicas de una y otra decisión en función de lo que decida la empresa competidora.
- Tras unos minutos de reflexión y/o negociación (los alumnos pueden tratar de llegar a un acuerdo con su compañero/rival que después pueden decidir cumplir o no), los miembros de cada pareja deben mostrar cuáles son sus respectivas decisiones levantando una cartulina con la letra A o B, que previamente les han sido entregadas.
- La información correspondiente a esas decisiones se recogen en una hoja de cálculo, programada de forma conveniente para mostrar el resultado obtenido por cada pareja de competidores a medida que se introduce la información.

De acuerdo con esta mecánica, se realizan los cuatro juegos siguientes:

1^{er} JUEGO: simultáneo en ronda única

En la primera propuesta se pidió a los alumnos que imaginaran que eran dos empresas que podían cobrar un precio alto o bajo en su producto y, en función de ello, sus beneficios cambiarían según la siguiente matriz de rendimientos:

		E m p r e s a 2	
		A: alto	B: bajo
E m p r e s a 1	A: alto	50 / 50	-50 / 100
	B: bajo	100 / -50	10 / 10

Si ambas empresas deciden establecer un precio alto, los beneficios de cada una de ellas serán de 50 unidades monetarias (u.m.). Si la empresa 1 establece un precio alto, pero la 2 decide bajar el precio, la empresa 1 obtendrá un beneficio

negativo (-50 u.m.) y la empresa 2, que se quedará con todo el mercado, obtendrá un beneficio de 100 u.m. Lo contrario ocurrirá si la empresa 1 establece un precio más bajo que la empresa 2; la 1 acaparará todo el mercado y, por lo tanto, obtendrá un beneficio de 100 u.m. y la 2 perderá 50 u.m. (su beneficio será de -50 u.m.). Por último, si las dos deciden bajar el precio el beneficio para cada una de ellas será de 10 u.m.

El juego fue simultáneo, es decir, los alumnos debían levantar la cartulina (tomar la decisión) al mismo tiempo, sin saber lo que su rival iba a hacer.

2º JUEGO: simultáneo en rondas sucesivas

En este juego, la propuesta fue igual que la anterior pero con un pequeño cambio: se informó a los alumnos de que el juego se repetiría en 4 ocasiones más, es decir, que las empresas debían elegir una de las dos opciones en cada uno de 5 periodos, pudiendo ser la opción elegida distinta en cada periodo. Este cambio es significativo ya que el hecho de conocer cuántas rondas se realizarán del mismo juego les permite penalizar en la siguiente ronda el incumplimiento de un acuerdo, en caso de haber llegado a él.

3er JUEGO: consecutivo en ronda única

En el tercer ejercicio se cambió totalmente el planteamiento. En este caso, las dos empresas se enfrentaban a un mercado con la posibilidad de introducir con éxito dos nuevas variedades de cereales, crujientes o dulces. El éxito se basa en que cada una de las empresas introduzca solo una variedad de cereales. La matriz de rendimientos que propusimos es:

		Empresa 2	
		A: crujientes	B: dulces
Empresa 1	A: crujientes	-5 / -5	10 / 20
	B: dulces	20 / 10	-5 / -5

Si las dos empresas introducen la misma variedad de cereales ambas tendrán unas pérdidas de 5 u.m. (-5 u.m.). Cuando cada una de ellas elige una variedad, la que escoge cereales dulces obtiene un beneficio de 20 u.m. y la que escoge la variedad de crujiente obtiene un beneficio de 10 u.m.

Este juego se realizó de forma consecutiva, es decir, un miembro de la pareja elige en primer lugar de modo que puede condicionar la elección de su rival, y se hizo en una sola ronda.

4º JUEGO: simultáneo con estrategia dominante

Por último, se propuso un juego en el que los alumnos (empresas) debían tomar la decisión de hacer o no publicidad. Este fue un juego simultáneo (las empresas tomaban las decisiones al mismo tiempo) al igual que los dos primeros.

La matriz de rendimientos que se presentó fue la siguiente:

		Empresa 2	
		A: publicidad	B: no publicidad
Empresa 1	A: publicidad	10 / 5	15 / 0
	B: no publicidad	6 / 8	20 / 2

Cuando las dos empresas deciden hacer publicidad, la empresa 1 obtiene un beneficio de 10 u.m. y la empresa 2 de 5 u.m. Si la empresa 1 hace publicidad y la 2 no, la 1 alcanza un beneficio de 15 u.m. mientras que la 2 no obtiene ninguno. Cuando es la empresa 2 la que decide hacer publicidad de su producto y en cambio la 1 no la realiza, la 2 obtiene un beneficio de 8 u.m. y la empresa 1 solo de 6 u.m. Por último, si ninguna de las dos empresas del mercado decide hacer publicidad, la empresa 1 ganará 20 u.m. y el beneficio de la empresa 2 será de 2 u.m.

En este caso, algunos alumnos acabaron dándose cuenta de que independientemente de lo que decidiera el otro competidor, hay uno al que siempre le interesa tomar la misma decisión y, por tanto, puede sacar provecho de esa situación (estrategia dominante). Este juego se repitió dos veces para que los dos miembros del duopolio tuvieran oportunidad de elegir en primer lugar.

2ª Etapa

La información correspondiente a los distintos juegos se utiliza como material de trabajo en una sesión de la asignatura *Estadística II*.

Los alumnos deberán aplicar algunas de las técnicas de inferencia estadística estudiadas en la asignatura para comprobar que el comportamiento observado por los participantes coincide con lo esperado de acuerdo con la teoría de juegos. A modo de ejemplo, se presenta el siguiente enunciado de un posible ejercicio práctico:

En la asignatura Economía Industrial del Grado en A.D.E., un grupo de alumnos han participado en parejas en el siguiente juego: cada miembro de la pareja era una empresa que operaba en un duopolio y debía elegir entre dos opciones “A” (precio alto) y “B” (precio bajo) sin saber qué elegiría su competidor. Dependiendo de la combinación de elecciones resultante (AA, AB, BA o BB),

cada competidor obtendría un beneficio diferente. Los alumnos sabían que se realizarían 2 rondas sucesivas del mismo juego.

De acuerdo con la teoría de juegos, la propensión a la colusión, es decir, (la proporción de alumnos que eligen la opción “A”) debería ser menor en la última ronda puesto que ya no existe la posibilidad de castigar el incumplimiento del pacto en rondas posteriores.

Los resultados del juego han sido los siguientes: en la 1ª ronda, 43 alumnos eligieron la opción “A” y 23 la opción “B”, mientras que, en la última ronda, 30 alumnos eligieron “A” y 36 eligieron “B”.

Partiendo de esta información y dado un nivel de significación del 5%, determina si los resultados confirman lo que plantea la teoría de juegos.

3ª Etapa

En el contexto general de la evaluación de la asignatura *Economía Industrial*, se realiza una prueba parcial tipo test en la que se incluyen 5 preguntas de carácter práctico relativas a la Teoría de Juegos además de otras 15 preguntas relativas a otros contenidos de la asignatura. Los resultados de esta prueba se incorporan a la evaluación final de cada alumno y se registra en un fichero anonimizado para su posterior análisis.

4ª Etapa

Los alumnos del próximo curso 2014/15 aplicarán las competencias adquiridas en la asignatura *Estadística II* para, partiendo de los datos recogidos en la fase anterior, determinar si existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos por los alumnos que participaron en la experiencia y los que no lo hicieron y, de este modo, evaluar la utilidad de esta experiencia.

Todas las fases se han completado de acuerdo con el plan establecido excepto la última fase que, como se ha señalado, se realizará en el curso siguiente.

4 EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA

La experiencia se ha evaluado en términos de su contribución al aprendizaje de la teoría de juegos por parte de los alumnos adoptando dos perspectivas complementarias: una más objetiva en la que se han utilizado técnicas estadísticas para valorar si los alumnos que han participado en la experiencia han mejorado su rendimiento, y otra más subjetiva en la que se ha encuestado a los propios alumnos para obtener su propia valoración de la utilidad de la experiencia.

4.1. Evaluación objetiva

Materiales y métodos

Con el fin de valorar la contribución de esta experiencia al aprendizaje de la teoría de juegos, se han comparado las calificaciones obtenidas por los 63 alumnos que participaron en la misma (grupo experimental) con las de los 25 que no lo hicieron (grupo de control). Dado que esta actividad era voluntaria, podría existir un sesgo de autoselección derivado del hecho de que los alumnos que decidieron participar en ella podrían obtener mejores resultados que el resto, no como consecuencia de haber participado en la experiencia, sino por tener características intrínsecas diferentes de aquellos que decidieron no participar (por ejemplo, podrían ser más estudiosos o tener más interés por la asignatura).

Para tratar de determinar si esto es así, no solo se compararán la calificación¹ correspondiente a las 5 preguntas del examen relacionadas con la teoría de juegos, sino también la calificación de las 15 preguntas restantes de ese examen. De este modo, habría evidencia que apoyase la utilidad de esta experiencia si se dieran simultáneamente las dos situaciones siguientes:

1. Las calificaciones en las 5 preguntas referidas a la teoría de juegos (*nota_5*) de los alumnos del grupo experimental son significativamente mayores que las de los del grupo de control.
2. Las calificaciones en las 15 preguntas no relativas a la teoría de juegos (*nota_15*) de los alumnos del grupo experimental no son significativamente mayores que las de los del grupo de control.

Asimismo, también se utilizará un procedimiento complementario consistente en comparar las diferencias intra-sujeto entre las calificaciones en una y otra parte del examen. De este modo, se concluirá que hay evidencias a favor de la utilidad de esta experiencia si el valor de la diferencia entre las calificaciones de un mismo individuo en una y otra parte del examen ($dif = nota_{15} - nota_5$) es significativamente menor en el grupo experimental que en el grupo de control.

Puesto que en ambos procedimientos se trabajan con dos muestras independientes y las variables a comparar son cuantitativas, en primer lugar se estudiará la normalidad de dichas variables utilizando el test de Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk, 1965) y, en caso de que se haya rechazado la hipótesis de normalidad, se utilizará el test de Mann-Whitney-Wilcoxon (Wilcoxon, 1945; Mann & Whitney,

¹ Cada pregunta presenta 4 opciones de respuesta de las que solo una es correcta. Las respuestas correctas suman 1 punto, las preguntas en blanco no suman ni restan, y las falladas restan 1/3, por lo que es posible encontrar calificaciones negativas. Las puntuaciones se estandarizan a una escala común sobre 10 puntos con el fin de hacer comparables las calificaciones de las dos partes.

1947) y, en caso contrario, el test t de Student para la diferencia de medias poblacionales.

Resultados y discusión

Una primera inspección de los datos a través de ciertas medidas estadísticas de resumen (tabla 1) y de un diagrama de cajas (figura 1) permite observar que, en general, las calificaciones medias de las otras 15 preguntas del cuestionario son bastante más altas que las de las 5 preguntas referidas a la teoría de juegos, de ahí que la mayor parte de las diferencias intra-sujeto entre unas y otras sean positivas.

Asimismo, también resulta evidente la existencia de una mayor dispersión en las calificaciones de las preguntas sobre teoría de juegos que en el resto de preguntas, fundamentalmente como consecuencia de la existencia de un gran número de calificaciones muy bajas (obsérvese que más de la mitad de los alumnos obtienen menos de un 5 sobre 10 en esta parte mientras que en las 15 preguntas restantes esa proporción es inferior al 25%).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos

Variable	Grupo	Media	Error estándar	Desviación típica	Mediana
<i>nota_15</i>	Control	5.89	.32	1.59	6.01
	Experimental	6.26	.19	1.53	6.45
<i>nota_5</i>	Control	2.33	.69	3.43	1.34
	Experimental	4.45	.43	3.45	4.68
<i>dif</i>	Control	3.56	.68	3.39	3.99
	Experimental	1.81	.41	3.23	1.77

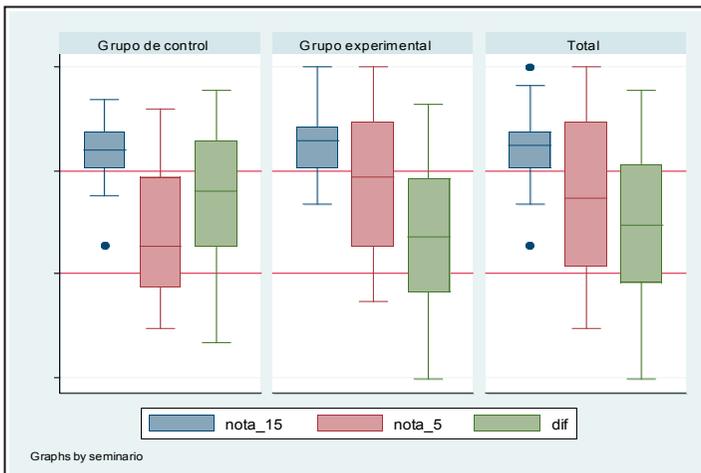


Figura 1. Diagrama de cajas

Parece claro, por tanto, que una parte importante de los alumnos encuentran más dificultades con los contenidos referidos a la teoría de juegos que con otras partes del programa de la asignatura por lo que parece pertinente buscar enfoques alternativos en la docencia de esta parte de la asignatura.

La tabla 2 muestra los resultados del test de normalidad de Shapiro-Wilk para las tres variables consideradas analizando los dos grupos por separado y de forma conjunta.

Como se puede observar, para las variables *nota_15* y *dif* no es posible rechazar la hipótesis nula de normalidad ni cuando se analizan los dos grupos por separado ni cuando se analizan de forma conjunta. Sin embargo, sí hay suficiente evidencia en contra del supuesto de normalidad en el caso de la variable *nota_5*, especialmente cuando se analizan los dos grupos simultáneamente.

Tabla 2. Pruebas de normalidad

Variable	Grupo	Z	Significación
<i>nota_15</i>	Control	1.012	.15573
	Experimental	-.827	.79600
	Total	-1.927	.97301
<i>nota_5</i>	Control	1.329*	.09197
	Experimental	1.718**	.04287
	Total	2.585***	.00487
<i>dif</i>	Control	.810	.20911
	Experimental	.116	.45402
	Total	1.276	.10101

* Resultado significativo al 10%

** Resultado significativo al 5%

*** Resultado significativo al 1%

Por tanto, cuando la comparación de los dos grupos se refiera a la variable *nota_5* no será posible utilizar procedimientos paramétricos por lo que se usará el test de Mann-Whitney-Wilcoxon mientras que cuando dicha comparación se refiera a las variables *nota_15* y *dif* se podrán utilizar tanto tests paramétricos como no paramétricos.

Comenzando con la comparación de los resultados de los grupos experimental y de control en lo que a las calificaciones correspondientes a las 5 preguntas referidas a la teoría de juegos, los resultados del test de Mann-Whitney-Wilcoxon (tabla 3) permiten concluir que las calificaciones del grupo experimental son significativamente mayores que las del grupo de control.

Por el contrario, ese mismo test no permite llegar a la misma conclusión en el caso de las calificaciones referidas al resto de preguntas² con lo cual se puede concluir que la evidencia muestral indica que efectivamente ha habido una mejora significativa en los resultados de aquellos que participaron en la experiencia.

Tabla 3. Test de Mann-Whitney-Wilcoxon

Grupo	n	Suma de rangos	nota_5	nota_15
Control	25	Observada	841	1026
		Esperada	1112.5	
Experimental	63	Observada	3075	2890
		Esperada	2803.5	
Z			2.529***	.802
Significación unilateral (grupo experimental > grupo control)			.0057	.2114

*** Diferencias significativas al 1%

En cuanto a la comparación intra-sujeto, dado que la variable *dif* verificaba el supuesto normalidad, se utilizará en primer lugar el contraste paramétrico para el cociente de varianzas con el fin de determinar si puede o no considerarse que éstas son iguales en los dos grupos y, a continuación, se aplicará el test t de Student para la diferencia de medias en muestras independientes. Asimismo, con el fin de asegurar la validez de los resultados, se aplicará también el test no paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon.

Tabla 4. Test de comparación intra-sujetos

Variable: <i>dif</i>	Grupo experimental	Grupo de control	Combinada
Media	1.8078	3.5584	2.3051
Desviación	3.2265	3.3933	3.3505
Test F para el cociente de varianzas	F(24, 62) = 1.1061; Sig.= .7285 (contraste bilateral: grupo experimental ≠ grupo control)		
Test t de Student para la diferencia de medias	t(86) = -2.2622** ; Sig.= .0131 (contraste unilateral: grupo experimental < grupo control)		
Test de Mann-Whitney-Wilcoxon	Z = -2.2070** ; Sig.= .0137 (contraste unilateral: grupo experimental < grupo control)		

** Diferencias significativas al 5%

Los resultados de la tabla 4 muestran que no existen diferencias significativas entre las varianzas de uno y otro grupo y que sí es significativamente menor la di-

² El contraste paramétrico t de Student de igualdad de medias conduce a la misma conclusión dado que su significación unilateral es de .1567.

ferencia intra-sujeto de las calificaciones en los alumnos del grupo experimental que en los del grupo de control. A esta misma conclusión se llega también utilizando el test de Mann-Whitney-Wilcoxon, por lo que la evidencia muestral apoya la conclusión de que esta experiencia ha sido útil al contribuir a que los alumnos que participaron en ella hayan reducido la brecha entre sus calificaciones en una y otra parte de la asignatura.

4.1. Evaluación subjetiva

Con este segundo procedimiento de evaluación de la utilidad de la experiencia, se ha pretendido que los propios alumnos valoren en qué medida creen que dicha actividad ha contribuido a que alcanzasen los resultados de aprendizaje previstos en la asignatura *Economía Industrial* en lo que a la teoría de juegos se refiere. Para ello, una vez realizado el examen se les proporcionó una encuesta en la que se les pedía que evaluaran de forma anónima y en una escala de 4 puntos (desde nada/muy poco hasta mucho) en qué medida la participación en esta experiencia les había servido lograr una serie de competencias relacionadas con la teoría de juegos (la distribución de las respuestas se muestra en la figura 2).

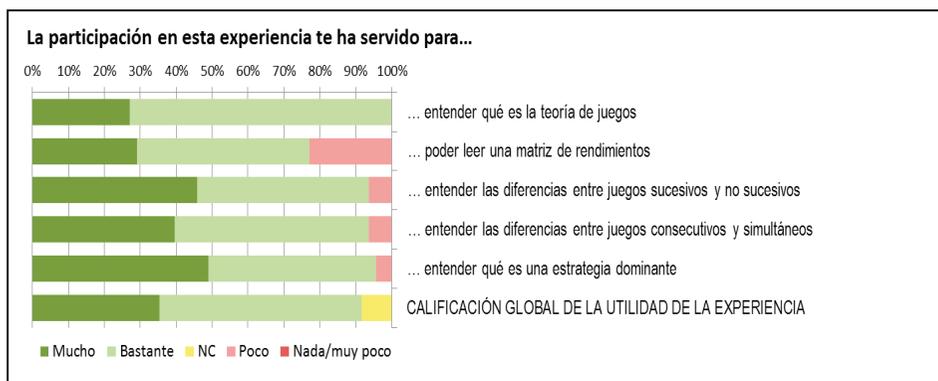


Figura 2. Distribución de respuestas

Como se puede observar, ninguno de los alumnos ha asignado alguno de los ítems con la peor valoración. De hecho, al menos el 75% de los alumnos creen que la experiencia ha sido bastante o muy útil para lograr cada uno de los objetivos citados y, de hecho, más de un 90% de los alumnos calificaron de forma global la experiencia como de bastante o de mucha utilidad.

Asimismo, el cuestionario proponía dos preguntas abiertas destinadas a que el alumno señalara cuál era el aspecto más positivo y el más negativo de esta experiencia. En cuanto a las opiniones sobre aspectos negativos, la respuesta fre-

cuenta era señalar “ninguno”, “nada” o no responder, mientras que las respuestas más habituales referidas al aspecto más positivo de la experiencia tienen que ver con: “aplicar la teoría de juegos a la práctica”, “entender cómo actúan las empresas en la realidad”, “competir y negociar con los compañeros de clase” y “aprender de forma amena”.

A modo de resumen, la figura 3 muestra una nube de palabras con los términos más empleados por los alumnos en sus respuestas a esta pregunta abierta.



Figura 3. Nube de palabras

Se han comparado las calificaciones obtenidas por los 63 alumnos (grupo experimental) que participaron en la misma con las de los 25 que no lo hicieron (grupo de control). Dado que esta actividad era voluntaria, para tratar de controlar la posible existencia de un sesgo de autoselección (los alumnos que decidieron participar en ella podrían obtener mejores resultados que el resto por sus características intrínsecas no por lo aprendido en la experiencia), se compararán tanto la calificación de las preguntas del examen relacionadas con la teoría de juegos como la del resto de preguntas de ese examen.

5 CONCLUSIONES

Aparte de los resultados ya descritos y a modo de conclusiones, se pueden resaltar las siguientes cuestiones:

- En cuanto a evaluación de la experiencia, los alumnos implicados consideran que ésta les ha servido para adquirir y entender con mayor facilidad conceptos que teóricamente pueden resultar complicados y abstractos como la interacción, la cooperación o las estrategias. Asimismo, el análisis estadístico de las calificaciones obtenidas en esta asignatura aporta evidencias de que la participación en esta experiencia ha dado lugar a una mejora significativa de los resultados obtenidos en las preguntas referidas a la Teoría de Juegos demostrándose la utilidad de la misma. Por todo ello, creemos que

esta experiencia no solo ha logrado motivar a los estudiantes a la hora de controlar su propio aprendizaje, sino que además, les ha servido para mejorar su comprensión de la Teoría de Juegos y, por ende, obtener una mejor puntuación en la evaluación de la asignatura *Economía Industrial*.

- En cuanto a la difusión de la experiencia realizada y sus resultados, se ha realizado una puesta en común con el resto de profesores implicados en asignaturas en las que se explica Teoría de Juegos para utilizar sus propuestas a la hora de ir mejorando esta práctica en los cursos siguientes.
- Por lo que a la proyección y extensión de la experiencia se refiere, en el próximo curso, los alumnos que cursen la asignatura *Estadística II* utilizarán como datos los resultados obtenidos en el presente curso. Además, nos planteamos la introducción de nuevas herramientas de trabajo como la que proponen Pascual *et al.* (2009). Esta herramienta, basada en las TICs, tiene un atractivo añadido y nos proporcionará una nueva forma de enganchar y motivar a los estudiantes.
- En relación a las posibilidades de generalización de la experiencia, creemos que en el segundo curso del Grado en Economía sería posible repetir la experiencia ya que los alumnos cursan en el mismo curso una asignatura de *Microeconomía* (en la que se explica Teoría de Juegos) y *Estadística II*.

Por último, queremos agradecer el apoyo que hemos recibido a nivel institucional por parte del coordinador del Grado en ADE, del Director del Departamento de Economía y Estadística y del Decanato de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, que en todo momento nos han apoyado en la realización de esta experiencia y nos han animado a seguir realizando actividades interdisciplinarias semejantes que aumenten la coordinación entre las asignaturas del mismo Grado y redunden en una mejor formación de nuestros alumnos.

6 FUENTES DE INFORMACIÓN

- **Binmore, K.** (1994): *Teoría de juegos*. McGraw-Hill, Madrid.
- **Casas Méndez, B.; Fiestras Janeiro, M.G.; García Jurado, I.; González Díaz, J.** (2012): *Introducción a la Teoría de Juegos*. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico. Universidad de Santiago de Compostela.
- **Ferguson, C.E.; Gould, J.P.** (1975): *Teoría Microeconómica*. Fondo de Cultura Económica, México D.F.
- **García Pelló, V.; García Cárcelos, B.; Pavía, J. M.** (2013): “La teoría de juegos como herramienta para obtener datos empíricos sobre el compor-

tamiento de los agentes económicos: una aplicación para la enseñanza en Estadística”, en J. M. Pavía, R. Martínez, G. Morillas y B. García (eds.): *Docencia en estadística, experiencias de innovación*. ADD Editorial.

- **Kagel, J.H.; Roth, A. E.** (1995): *The Handbook of Experimental Economics*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- **Maddala, G.S.; Miller, E.** (1991): *Microeconomía*. McGraw-Hill, México D.F.
- **Mankiw, N.G.** (2000): *Principios de economía*. McGraw-Hill, Madrid.
- **Mann, H.B.; Whitney, D.R.** (1947): “On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other”. *Annals of Mathematical Statistics* 18(1): 50-60.
- **Nicholson, W.** (2001): *Microeconomía intermedia y sus aplicaciones* (8ª ed.), McGraw-Hill, Bogotá.
- **Pascual, J.A.; Galán, J.M.; Izquierdo, L.R.; Santos, J.I.; Izquierdo, S.S.; González Tapia, J.** (2009): “Una herramienta didáctica para la enseñanza de la Teoría de juegos mediante internet”. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 29 (07/2009). http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec29/edutec29_herramienta_didactica_juegos_mediante_internet.html
- **Pindyck, R.S.; Rubinfeld, D.L.** (2013): *Microeconomía* (8ª ed.), Pearson Educación S.A.
- **Shapiro, S.S.; Wilk, M.B.** (1965): “An analysis of variance test for normality (complete samples)”. *Biometrika* 52 (3-4): 591-611.
- **Soto, A.; Valente, M.R.** (2005): “Teoría de los juegos: vigencia y limitaciones”. *Revista de Ciencias Sociales* 11(3): 497-506
- **Von Neumann, J.; Morgenstern, O.** (1944): *The Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, Princeton.
- **Wilcoxon, F.** (1945): “Individual comparisons by ranking methods”. *Biometrics* 1: 80-83.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	44
2. OBJETIVOS	45
3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	46
1ª ETAPA	46
1 ^{er} Juego	47
2º Juego	48
3 ^{er} Juego	48
4º Juego	49
2ª ETAPA	49
3ª ETAPA	50
4ª ETAPA	50
4. EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA	50
4.1 Evaluación objetiva	51
4.2 Evaluación subjetiva	55
5. CONCLUSIONES	56
6. FUENTES DE INFORMACIÓN	57