



**GRADO EN ECONOMÍA
2017-2018**

TRABAJO FIN DE GRADO

**LA DECISIÓN DE VACUNARSE: UN ENFOQUE
DE ECONOMÍA EXPERIMENTAL**

**THE DECISION TO GET VACCINATED: AN APPROACH FROM
EXPERIMENTAL ECONOMICS**

AUTOR: ADRIÁN GONZÁLEZ LASO

DIRECTOR: RAMÓN NÚÑEZ SÁNCHEZ

27 DE JUNIO DE 2018

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	6
2.1 LOS BIENES PÚBLICOS SON UN FALLO DE MERCADO.....	6
2.2 LA DECISIÓN INDIVIDUAL DE VACUNARSE.....	8
2.2.1 El punto de vista médico y los detractores.....	8
2.2.2. Otros factores que influyen en esta decisión.....	10
2.2.3. El enfoque de la economía.....	13
2.3. ECONOMÍA EXPERIMENTAL Y DEL COMPORTAMIENTO.....	15
3. EL EXPERIMENTO.....	17
3.1. METODOLOGÍA.....	17
3.2. ENSAYOS PREVIOS AL EXPERIMENTO.....	20
3.3. EXPERIMENTO FINAL.....	21
3.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	22
4. CONCLUSIONES.....	29
BIBLIOGRAFÍA.....	30
ANEXOS I-V	

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Tabla 2.1: Los cuatro tipos de bienes económicos.....	7
Tabla 2.2: Tácticas utilizadas por el movimiento anti-vacuna.....	9
Tabla 2.3: Motivaciones a favor y en contra de vacunarse.....	10
Tabla 2.4: Procesamiento sistemático de la información en la decisión de vacunarse.	11
Tabla 2.5: Procesamiento heurístico de la información en la decisión de vacunarse...	12
Figura 3.1: Representación gráfica del Equilibrio de Nash del juego.....	22
Tabla 3.1: Resultados de los ensayos realizados por GBC (última ronda).....	23
Tabla 3.2: Resultados del experimento.....	24
Tabla 3.3: Características demográficas de los participantes.....	25
Tabla 3.4: Costes sociales según el número de vacunados.....	27
Tabla 3.5: Costes sociales para 18 individuos.....	28

RESUMEN

La vacunación suele relacionarse únicamente con el campo de la medicina, aunque, por su condición de bien público, puede estudiarse también desde un punto de vista económico. La decisión de vacunarse o no puede verse motivada por factores de diversa índole, siendo de gran importancia la existencia de la inmunidad colectiva.

La Economía Experimental ha alcanzado gran notoriedad en los últimos veinte años; la utilización de experimentos para contrastar las teorías económicas no solo se emplea en el ámbito de la investigación, sino también como herramienta académica.

Este trabajo surge con un doble objetivo. En primer lugar, realizar una revisión de la literatura para conocer todo lo que concierne a la decisión de vacunarse y la aparición de la Economía Experimental como método para examinar empíricamente las cuestiones económicas. En segundo, la replicación de un experimento propuesto por Grant et al. (2016) que estudia la inmunidad colectiva y la decisión de vacunarse.

El experimento se realizó con un grupo de 18 alumnos de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Cantabria, utilizando para ello un juego online disponible en <https://economics-games.com/>, con una pequeña modificación en su planteamiento. Además, la Universidad de Cantabria nos proporcionó los incentivos dados a los participantes, en forma de bonos canjeables por material escolar en la propia UC.

Los resultados obtenidos se alejan en cierta medida de las predicciones teóricas, por lo que se han considerado aspectos relativos a la actitud frente al riesgo y de la racionalidad limitada para explicar tales resultados. Sin embargo, siguen resultando de utilidad para estudiar cuestiones relevantes en economía como los bienes públicos, el comportamiento *free-rider* y la psicología del comportamiento.

Palabras clave: vacunación, inmunidad colectiva, economía experimental, bienes públicos.

ABSTRACT

Vaccination is usually related to Medicine although, because of its status as a public good, it can also be studied from an economic point of view. The decision to get vaccinated or not can be motivated by many kinds of factors, highlighting the existence of herd immunity.

Experimental Economics has achieved great notoriety in the last twenty years; the use of experiments to contrast economic theories is not only used in the field of research, but also as an academic tool.

This work has two aims. Firstly, I make a review of the literature in order to know everything that concerns the decision to be vaccinated and the appearance of Experimental Economics as a method to examine economic issues empirically. Secondly, I replicate an experiment proposed by Grant et al. (2016) that studies herd immunity and the decision to get vaccinated.

The experiment was performed by a group of 18 students from the Faculty of Economic and Business Studies at the University of Cantabria. We used an online game available at <https://economics-games.com/> with a slight modification in its procedure. In addition, the University of Cantabria provided us the incentives to give to the participants vouchers for school supplies at the UC.

The results differed from the theoretical predictions, so we have considered factors like attitude towards risk and limited rationality in order to explain our results. However, they continue to be useful for relevant study in economics such as public goods, free-rider behavior and behavioral psychology.

Keywords: vaccination, herd immunity, experimental economics, public goods.

1. INTRODUCCIÓN

Los bienes públicos suponen uno de los temas más estudiados desde siempre en economía, fundamentalmente en microeconomía. Por sus características peculiares se consideran un fallo de mercado y merecen un tratamiento especial, lo que justifica la intervención del Estado en su provisión en muchas ocasiones. En general, los bienes públicos son recibidos positivamente por la población, pero podemos encontrar un ejemplo que causa cierta reticencia: las vacunas.

Mientras el debate sobre los beneficios e inconvenientes de la vacunación se extiende a nivel mundial, la decisión final de vacunarse o no la toma cada persona de manera individual, y puede basarse en motivos ideológicos, sociales, médicos, así como económicos.

La Economía Experimental ha tenido un amplio crecimiento en las últimas décadas, tanto en la investigación como en el ámbito académico. Los experimentos permiten contrastar las teorías económicas y suponen una herramienta de aprendizaje en el aula. Además, este área de conocimiento está estrechamente relacionada con la Economía del Comportamiento, en donde se aplica la psicología para tratar de entender la toma de decisiones económicas, la cual está de actualidad por la entrega del Premio Nobel de Economía del pasado año a Richard Thaler por su aportación en la materia.

Este trabajo tiene un doble propósito. En primer lugar, realizar una revisión de la literatura referente a la decisión de vacunarse y a la evolución creciente de la Economía Experimental. En segundo lugar, la replicación de un experimento realizado por Alan Grant, Jim Bruehler y Andreea Chiritescu, desarrollado en su artículo: “Herd Immunity: A Classroom Experiment” en 2016 y publicado en el Journal of Economics Teaching.

En consecuencia, el trabajo está estructurado en dos capítulos: el primero incluye la revisión literaria y, el segundo, la puesta en práctica del experimento, los resultados y conclusiones.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Esta sección comienza con un pequeño repaso a la teoría sobre fallos de mercado y bienes públicos, presentando las vacunas como un ejemplo de dichos bienes, para después meternos de lleno en el tema central del trabajo: estudiar la decisión de vacunación. A continuación, enlazaremos el contenido con los modelos económicos que examinan las decisiones individuales. El capítulo concluye con una breve introducción a la Economía Experimental y del Comportamiento.

2.1. LOS BIENES PÚBLICOS SON UN FALLO DE MERCADO

Hemos escuchado muchas veces hablar de ‘mercados perfectos’ o ‘competencia perfecta’ como el escenario económico ideal (o casi ideal) en el que la oferta y la demanda actúan libremente y las empresas no tienen influencia en los precios¹.

¹ Lo que genera dos resultados social y económicamente deseables: los recursos se asignan de manera eficiente y los agentes económicos maximizan su bienestar.

Para alcanzar esta situación se deben cumplir una serie de condiciones teóricas, que pueden resumirse en las cuatro siguientes² (Frank, 1992):

- 1) Las empresas venden un producto estandarizado.
- 2) Las empresas son precio-aceptantes.
- 3) Los factores de producción son perfectamente móviles a largo plazo.
- 4) Las empresas y los consumidores tienen información perfecta.

Sin embargo, en la realidad no es tan fácil que se cumplan estas circunstancias; los mercados sólo se acercan a la competencia perfecta (aun así, entender este contexto es fundamental para poder analizar los diferentes tipos de mercados que sí existen y los que se aproximan a dicha competencia).

El principal motivo de que no haya competencia perfecta es la existencia de fallos de mercado, aquellas situaciones en las que los recursos no se asignan de manera eficiente. Hay diversos tipos de fallos de mercado: competencia imperfecta, información asimétrica, externalidades y, el tema que nos concierne, los bienes públicos.

En primer lugar, deberíamos diferenciar los bienes económicos de los bienes libres. Los bienes económicos tienen un valor monetario y se adquieren en los mercados pagando un precio, mientras que los bienes libres no tienen precio, son abundantes y no podemos limitar su acceso. Los ejemplos más típicos de estos últimos son el aire y la luz solar.

Dentro de los bienes económicos, encontramos cuatro tipos diferentes en función de dos características: la rivalidad y la exclusión. La siguiente tabla muestra esta clasificación:

Tabla 2.1: Los cuatro tipos de bienes económicos

		¿Rivales?	
		Si	No
¿Excluíbles?	Si	Bienes privados <ul style="list-style-type: none"> • Helados • Ropa • Carreteras de peaje congestionadas 	Monopolios naturales <ul style="list-style-type: none"> • Protección contra incendios • Televisión por cable • Carreteras de peaje no congestionadas
	No	Recursos comunes <ul style="list-style-type: none"> • Pesca en el mar • Medio ambiente • Carreteras sin peaje congestionadas 	Bienes Públicos <ul style="list-style-type: none"> • Defensa Nacional • Conocimientos • Carreteras sin peaje no congestionadas

Fuente: Mankiw, 1998.

Decimos que un bien es no rival cuando su uso por parte de una persona no impide que sea usado por otra. En cuanto a los bienes no excluíbles, son aquellos que resulta imposible³ evitar que los utilice una persona. Estos dos rasgos definen los bienes públicos, por ejemplo, la defensa nacional, el alumbrado de las calles, una señal de radio, los fuegos artificiales en fiestas...

² Información más amplia sobre dichas condiciones en el libro de Frank: "Microeconomía y conducta" (1992).

³ Quizá sea más correcto decir "muy difícil", porque hay quien opina que todo bien es excluíble si se toman las medidas necesarias.

Debido a sus particularidades, los bienes públicos no son rentables para empresas privadas, así que suponen un fallo de mercado, lo que justifica la intervención del Estado en su provisión. Además, Mankiw (1998) señala dos problemas muy comunes en presencia de bienes públicos: la dificultad para realizar un análisis coste-beneficio y la presencia de free-riders⁴ (tema que trataremos a lo largo del trabajo).

Las vacunas también son un bien público. Posiblemente no sea el primer ejemplo que se nos ocurre, pero cumple los dos requisitos (es no rival y no excluible) y comparte sus inconvenientes, mencionados en el párrafo anterior.

2.2. LA DECISIÓN INDIVIDUAL DE VACUNARSE

El tema de las vacunas parece exclusivamente ligado a la medicina, pero siempre que aparece una decisión tomada por agentes entra en juego la economía. A partir de este punto examinaremos todos los elementos que pueden afectar la decisión de vacunación (o no vacunación) de los individuos.

2.2.1. El punto de vista médico y los detractores

La Organización Mundial de la Salud define “vacuna” como sigue: “cualquier preparación destinada a generar inmunidad contra una enfermedad estimulando la producción de anticuerpos.” Entonces, si las vacunas son beneficiosas para el ser humano, ¿por qué determinadas personas rechazan administrárselas? Exploraremos esta aparente contradicción primero desde la perspectiva médica.

La comunidad científica (y médica, en particular) considera que los niveles de vacunación actuales son más bajos de lo deseado. Aunque muchas personas acuden a vacunarse de manera casi automática (lo ven como algo normal y necesario) en los últimos tiempos se han levantado voces en contra de la vacunación, los llamados grupos anti-vacuna.

Kata (2012) los define como “un grupo amorfo que tiene diversos puntos de vista que, sin embargo, comparten una característica común: una oposición a las vacunas”. El modus operandi típico de estos grupos es la creación de contenido en Internet destacando los inconvenientes de las vacunas y motivando su rechazo entre la gente. Pero no se limitan a eso, también aparecen en otros medios (televisión, prensa escrita, revistas). El movimiento ha ganado notoriedad gracias al apoyo de celebridades⁵, llegando incluso a la fundación de organizaciones sin ánimo de lucro como National Vaccine Information Center, inicialmente denominado Dissatisfied Parents Together o Talk About Curing Autism, que divulgan información (considerada fraudulenta por los profesionales médicos) sobre la relación de las vacunas con el autismo y promueven un sentimiento de rechazo a la vacunación.

Los profesionales de la salud son conscientes de la influencia de este movimiento y del creciente descontento de la población con las vacunas, lo que ha generado la publicación de diversos artículos científicos relacionados con este tema.

⁴ Aquellas personas que reciben el beneficio de un bien, pero evitan pagarlo.

⁵ Andrew Wakefield, el llamado “gurú de los anti vacunas”, publicó un artículo de investigación en 1998 que relacionaba la administración de la vacuna triple vírica en niños con la aparición de autismo; posteriormente sería desacreditado por fraude, pero ya había generado la desconfianza entre la población. También la actriz Jenny Mccarthy, autora de 3 libros relacionando el autismo con las vacunas.

Poland y Jacobson (2001) hablan de un “efecto de pirámide” en la aceptación social de las vacunas: “las voces de la sociedad (y los medios) están desequilibradas. La gran mayoría que se beneficia de un programa de inmunización son participantes pasivos. La minoría que experimenta o percibe daño puede convertirse en [...] las únicas personas que expresan sus opiniones, lo que provoca un sentimiento social de que la vacuna produce más daño que beneficio.”

Kata (2010) señala que las enfermedades prevenibles por vacunación⁶ se han reducido drásticamente en los países desarrollados, de modo que los efectos negativos de las vacunas se vuelven más visibles que la propia enfermedad: “De esta forma, las vacunas pueden considerarse víctimas de su propio éxito.”

Además, trae a colación estadísticas sobre el uso de internet en este ámbito: “se estima que entre el 75% y el 80% de los usuarios buscan información de salud en Internet. De estos usuarios, el 70% dice que la información que encuentra en línea influye en sus decisiones de tratamiento. Si bien la investigación en línea es más conveniente y accesible que leer literatura médica o visitar a profesionales de la salud, una dependencia demasiado grande de la información basada en Internet puede ser problemática. Más de la mitad (52%) de los usuarios cree que ‘casi la totalidad’ o ‘la mayoría’ de la información en los sitios web de salud es creíble.”

En un artículo posterior, Kata (2012) explica que los detractores de la vacunación aprovechan la facilidad que ofrece Internet para exponer información no contrastada y nos induce a usar el “pensamiento crítico” para analizar esta información de forma más adecuada. Kata ilustra las estrategias más comunes utilizadas por estos grupos, que podemos ver en la siguiente tabla:

Tabla 2.2: *Tácticas utilizadas por el movimiento anti-vacuna*

Tácticas	Descripción
Estrechar la ciencia	Denigrando y rechazando la ciencia que no respalda las posiciones contra la vacuna; respaldando estudios mal realizados que promueven agendas contra la vacuna.
Hipótesis cambiantes	Continuamente proponiendo nuevas teorías sobre vacunas que causan daño; objetivos en movimiento cuando la evidencia no admite tales ideas.
Censura	Suprimir opiniones disidentes; cerrando a los críticos
Atacar a la oposición	Atacando a los críticos, a través de insultos personales y archivando acciones legales.

Fuente: elaboración propia a partir de Kata, 2012.

La facilidad de los grupos anti-vacuna para llegar al público preocupa a la comunidad médica, lo que ha forjado un progresivo debate sobre cómo enfocar la comunicación (positiva) de la salud. Ratzan (2001) recomienda una “comunicación efectiva” basada en cuatro áreas: “comunicación integrada de marketing, educación, negociación y capital social” como la clave para “avanzar en el desarrollo de la alfabetización en salud”.

Merece además una mención el trabajo de Cates et al (2018): el desarrollo de un videojuego serio para motivar a los jóvenes a vacunarse; una idea original y de plena actualidad.

⁶ Más información en la web de la OMS <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/immunization-coverage>

2.2.2. Otros factores que influyen en esta decisión

Este subapartado concentra todos los elementos que, de forma general, pueden afectar la decisión de vacunación.

En primer lugar, Poland y Jacobson (2001) recogen las diferentes motivaciones que pueden tener los individuos para vacunarse. Asimismo, discuten si el mejor escenario posible sería la “aceptación pasiva”, situación con altas tasas de cobertura de vacunas ya que “las personas vacunan a sus hijos porque todos lo hacen y parece lo normal”.

Tabla 2.3: Motivaciones a favor y en contra de vacunarse

Factores	Descripción
Sesgo de omisión	Un mal resultado es peor si se produjo debido a una decisión activa de hacer algo en lugar de como consecuencia de no hacer algo.
Carga gratuita	Siempre que todos los demás se vacunen, no hay razón para que yo lo haga.
Altruismo	Debería obtener vacunas para proteger a los demás también.
Subirse al carro	Obtener vacunas porque parece que todos los demás lo hacen.
Evitar eventos adversos	No obtengo vacunas porque podría haber un efecto secundario.

Fuente: elaboración propia a partir de Poland y Jacobson, 2001.

Por último, destacan dos motivos que pueden causar rechazo a las vacunas: “Los programas federales obligatorios⁷ con consecuencias punitivas por incumplimiento, a diferencia de los programas de inmunización “promocionales”, pueden aumentar la no aceptación de la vacuna” y la percepción que tienen muchos padres de que “los ‘expertos’ toman decisiones fundamentales sobre la salud de sus hijos sin consultar ni ofrecen la opción de eximir”.

Posiblemente Seethaler (2016) sea el autor que mejor ha desarrollado el tema de la decisión individual de vacunación. En su trabajo diferencia dos enfoques de procesamiento de la información: sistemático y heurístico. En este sentido, se puede analizar la decisión de vacunarse desde ambos puntos de vista: “En el procesamiento sistemático, las personas atienden activamente la información, la analizan y actualizan sus puntos de vista en consecuencia; mientras que, en el procesamiento heurístico, las personas usan reglas de decisión, o heurísticas, como atajos [...] el procesamiento sistemático y heurístico no son mutuamente excluyentes [...] puede ocurrir simultáneamente”.

De este modo, el procesamiento sistemático consistiría en realizar un análisis de coste-beneficio cuidadoso, integrando la totalidad de factores que podrían afectar dicha decisión.

⁷ Los grupos anti vacuna suelen asociar los mandatos del gobierno con teorías de la conspiración.

Tabla 2.4: Procesamiento sistemático de la información en la decisión de vacunarse

FACTORES A CONSIDERAR EN UN ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO	
Características específicas de la enfermedad	
1.	Probabilidad de infección con el patógeno
2.	Gravedad de la enfermedad
3.	Efectividad de la vacuna
4.	Probabilidad de una reacción adversa
5.	Severidad potencial de dicha reacción
6.	Enfermedad contagiosa/no contagiosa
Aspectos sociales (consecuencias de la inmunidad grupal)	
1.	Altruismo
2.	Comportamiento 'free-rider'
Factores económicos	
1.	Costo de obtener atención
2.	Posibilidad de pérdida de trabajo debido a la enfermedad
Consideraciones éticas	
1.	Creencias religiosas
2.	Compensación entre libertad individual y necesidad de proteger a los vulnerables
Factores demográficos	
1.	Nivel socioeconómico
2.	Educación

Fuente: elaboración propia a partir de Seethaler, 2016.

Aparece aquí la "inmunidad colectiva"⁸ como uno de los aspectos a considerar. Es importante entender bien este concepto, pues será la piedra angular de nuestro experimento.

Podemos definir la inmunidad colectiva como aquella situación en la que una proporción grande de la población se vacuna y los individuos no vacunados reciben protección indirecta. Esto admite dos lecturas desde un punto de vista social: las personas pueden obrar de manera altruista (vacunándose para proteger a los demás) o comportarse como *free-rider* (beneficiándose de la inmunidad colectiva sin asumir los posibles riesgos que implique la vacuna). Pero esta inmunidad de grupo se ve comprometida si demasiadas personas pretenden actuar como *free-rider*.

Este tema, de interés general, ha sido abordado por diversos autores, por ejemplo, Brisson y Edmunds (2003) critican que la mayoría de evaluaciones económicas de la vacunación tengan un enfoque estático, proponiendo la utilización de un marco dinámico que incorpore los efectos (externalidades positivas) de la inmunidad grupal en los análisis coste-efectividad.

Volviendo a Seethaler (2016), la contraparte del procesamiento sistemático es el método heurístico, que se basa en la utilización de atajos mentales; la información se procesa de una forma más automática, lo que provoca un sesgo en el razonamiento.

⁸ Otras denominaciones utilizadas indistintamente son: inmunidad grupal, inmunidad de grupo o inmunidad de rebaño.

Tabla 2.5: Procesamiento heurístico de la información en la decisión de vacunarse

SESGOS QUE AFECTAN AL RAZONAMIENTO	
<input type="checkbox"/> Evitar la ambigüedad	Un riesgo conocido de una enfermedad puede aceptarse más fácilmente que un riesgo desconocido de una vacuna.
<input type="checkbox"/> Disponibilidad	Una narrativa sobre un niño que tuvo una mala reacción a la vacuna puede causar que los padres sobreestimen la probabilidad de que su propio hijo tenga una reacción.
<input type="checkbox"/> Sesgo de confirmación	Después de ver una tabla que enumera los riesgos de una enfermedad, los padres que vacunan a sus hijos consideran que la enfermedad es más peligrosa.
<input type="checkbox"/> Influencia del encuadre	En un estudio de enmarcado, las personas indicaron más disposición a vacunarse cuando las tasas de vacunación fueron altas (efecto "subirse al carro").
Interpretación de la correlación como causalidad	Las enfermedades con origen idiopático ⁹ que se vuelven aparentes en la primera infancia provocan que a menudo se culpe a la vacunación por la asociación temporal.
Sesgo de naturalidad	Lo "natural" comúnmente se considera algo superior y más seguro. Los padres que desconfían de las vacunas pueden creer que es mejor para sus hijos desarrollar inmunidad "natural".
Sesgo de omisión	Algunas personas implícitamente prefieren las consecuencias de no tomar una acción (omisión) sobre las consecuencias de tomar una acción (comisión) y, por lo tanto, aceptarán en mayor medida el riesgo de contraer una enfermedad que de una reacción a la vacuna.
Sesgo optimista	La gente tiende a tener una visión poco realista de su capacidad para controlar riesgos personales.
Sobregeneralización	Es común que las personas tomen la información que se aplica en una circunstancia y supongan que se aplica en otras circunstancias. Por ejemplo, aparece un efecto secundario asociado con un solo tipo de vacuna y se afirma que es un efecto secundario de la vacunación en general.

⁹ Enfermedad que tiene existencia propia, sin ser la consecuencia de otra.

Sesgos de estadísticas	
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Aversión al riesgo	Los pacientes pueden fijarse más fácilmente en el riesgo cuando se les dice que tienen un 1% de posibilidades de tener una reacción adversa a la vacuna que cuando se le dijo que el 99% de los pacientes no sufren reacción alguna.
<input type="checkbox"/> Efecto pseudo-incertidumbre	Una acción que reduce la probabilidad de daño de 2% a 1% se valorará menos que una acción que reduce la probabilidad del mismo daño del 1% al 0%.
Aparente paradoja de la infección	Cuando las tasas de vacunación son altas, la pequeña proporción (dentro de la gran cantidad) de individuos vacunados infectados puede superar en número a la gran proporción (dentro del pequeño número) de personas no vacunadas infectadas. La aparente paradoja del patrón de infección es una falla al considerar la tasa base.

Fuente: elaboración propia a partir de Seethaler, 2016.

2.2.3. El enfoque de la teoría económica

Una vez que hemos tratado los diferentes elementos que pueden considerar las personas para resolver vacunarse o no, debemos preguntarnos qué tiene que decir la teoría económica en la toma de esta decisión.

Dentro de la microeconomía, la principal corriente seguida para entender las decisiones individuales es la teoría de la elección racional que surge de la denominada corriente neoclásica. Según esta teoría, los agentes económicos son individuos perfectamente racionales, que meditan sobre toda la información de la que disponen a la hora de tomar una decisión¹⁰. Además, se trata de individuos perfectamente egoístas que buscan maximizar su utilidad/beneficio individual, sin detenerse en cuestiones éticas o sociales. Para definir a este tipo de sujetos surge el concepto neoclásico de *homo economicus*: el agente que toma decisiones que maximizan su utilidad en cada momento; busca lograr objetivos específicos al menor coste/riesgo posible.

Cuando tenemos que tomar decisiones en entornos con incertidumbre es comúnmente aceptada la teoría de la utilidad esperada, que viene a decir que, si un individuo tiene que elegir entre dos alternativas, escogerá aquella que espera que le proporcione mayor utilidad¹¹. De este modo las personas van ordenando todas sus opciones en función de la utilidad que le reportan, creando una escala de preferencias. Hay ocasiones en las que dos alternativas diferentes proporcionan el mismo beneficio esperado, pero implican diferente riesgo. En estos casos, los individuos se clasifican en tres tipos según su actitud: aversos al riesgo, indiferentes o neutrales y amantes del riesgo.

¹⁰ Ver procesamiento sistemático en la sección 2.2.2.

¹¹ La utilidad es un concepto abstracto utilizado en economía para medir la satisfacción de los individuos; aunque la función de utilidad no se puede "ver", cada cual sabe qué producto/decisión le genera mayor satisfacción que otro, es decir, la utilidad es subjetiva.

Este modelo tradicional para explicar el comportamiento humano no se limita a la economía; también es ampliamente utilizado en el resto de ciencias sociales, como la sociología y la psicología y, por supuesto, con el paso del tiempo han surgido detractores y se han desarrollado teorías alternativas.

En su obra maestra “Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero”, Keynes (1936) menciona que una característica de la naturaleza humana es la facilidad para tomar decisiones espontáneas sin detenerse en analizar beneficios o probabilidades como sugiere la teoría de la elección racional. Llama a esto “espíritus animales” y lo define como: “un resorte espontáneo que impulsa a la acción de preferencia a la quietud, y no como consecuencia de un promedio ponderado de los beneficios cuantitativos multiplicados por las probabilidades cuantitativas”.

Entre las críticas al *homo economicus* y la racionalidad perfecta destaca el trabajo de Simon (1957), inspirado en la psicología del comportamiento. Simon (1957) introduce el concepto de “racionalidad limitada” como un modo más realista de entender la conducta humana. Según este modelo, las decisiones individuales se ven afectadas por factores como la limitación de tiempo, el elevado coste o la imposibilidad de obtener información perfecta, la influencia de los sentimientos o emociones y la capacidad cognitiva de cada individuo, elementos que no consideran las teorías anteriores.

Por otro lado, Amartya Sen (1986) llama al *homo economicus* un “imbécil social” y apunta que su forma de actuar se asemeja más a la de un ente ficticio que a una persona real: “En efecto, el hombre puramente económico es casi un retrasado mental desde el punto de vista social. La teoría económica se ha ocupado mucho de este tonto racional [...] necesitamos una estructura más compleja para acomodar los diversos conceptos relacionados con su comportamiento”.

La teoría prospectiva¹² se opone a la teoría de la utilidad esperada en el ámbito de la toma de decisiones en presencia de riesgo. Encontramos su origen en el trabajo de Kahneman y Tversky (1981) que derivó en la entrega del Premio Nobel de Economía del año 2002 al primero. Los autores destacan la importancia de establecer un punto de referencia a la hora de evaluar las potenciales pérdidas y ganancias de una decisión y contradicen la teoría de la utilidad esperada en la hipótesis de la aversión al riesgo: “los individuos son amantes del riesgo en el terreno de las pérdidas y aversos al riesgo en el dominio de las ganancias”.

Volviendo a nuestro caso particular, está claro que gozar de buena salud genera utilidad a cualquier individuo, por tanto, ese debería ser el fin último a la hora de elegir vacunarse. Sin embargo, hemos visto también que las vacunas no son completamente seguras: aunque la probabilidad de sufrir una reacción adversa es baja, esa posibilidad existe y debe ser respetada. Entra de nuevo en escena el concepto de inmunidad grupal. Como apreciamos anteriormente, existe la opción de no vacunarse, dejar que otros lo hagan y gozar de buena salud aprovechando esta inmunidad colectiva. Entonces, cada sujeto es consciente de que su decisión se ve afectada por la que tome el resto de individuos en la población, por lo que entramos en el campo de la teoría de juegos, que estudia las interacciones estratégicas entre agentes racionales.

Bauch y Earn (2004) realizan un análisis teórico de juegos sobre la decisión de los padres de vacunar a sus hijos, en una situación donde todos los participantes tienen

¹² Algunos sesgos del razonamiento (sesgos de estadísticas y la influencia del encuadre) que citamos en el apartado 2.2.2 se basan en esta teoría.

información perfecta en lo referente a la peligrosidad de la enfermedad, la efectividad de la vacuna, la probabilidad de una sufrir una reacción adversa de la misma y la existencia de la inmunidad colectiva¹³. De esta manera determinan que “es imposible erradicar una enfermedad a través de la vacunación voluntaria cuando los individuos actúan de acuerdo con sus propios intereses.”

Para finalizar, debemos destacar el artículo de B. Skinner (2016) en su blog Gravity and Levity, que también explora la decisión de vacunarse desde la perspectiva de la teoría de juegos, diferenciando entre individuos “racionales” y “confiados” y comparándolos con el óptimo¹⁴.

2.3. ECONOMÍA EXPERIMENTAL Y DEL COMPORTAMIENTO

La Economía Experimental podría definirse de un modo sencillo como el estudio de cuestiones económicas siguiendo una metodología experimental¹⁵.

Pablo Brañas-Garza es un referente en nuestro país. En su artículo de 2011 “Economía experimental y del comportamiento” podemos encontrar un breve repaso del origen de esta rama de la Economía.

Aunque algunos autores señalan la paradoja de San Petersburgo, propuesta por Bernoulli en 1713, como el primer ejemplo de “experimento”, de manera más general se considera a E.H. Chamberlin (profesor de Harvard en los años 40) como el pionero en realizar un estudio de mercados de manera experimental. Para ello, utilizó a estudiantes que seguían el rol de oferentes y demandantes y se movían entre los pupitres realizando transacciones. Los resultados fueron llamativos por chocar con los modelos teóricos vigentes.

Uno de sus alumnos, V. Smith, publicó dos trabajos posteriormente (1962 y 1964) realizando unas modificaciones en el planteamiento de su profesor, obteniendo resultados que convergían al equilibrio. El trabajo de Smith fue muy reconocido y premiado a la postre con el Nobel de Economía de 2002 (conjuntamente con Kahneman, anteriormente mencionado).

La Economía Experimental sufre avances notables en las décadas de 1950 y 1960 debido a la incorporación de los trabajos en Psicología y Teoría de Juegos, destacando el “oligopolio experimental” desarrollado por Selten (Nobel de Economía en 1994 junto con Nash y Harsanyi).

A partir de los años 90 se multiplican las publicaciones en este campo y se empiezan a utilizar los experimentos como instrumento de aprendizaje en el ámbito académico.

Brañas también hace alusión a la Economía del Comportamiento (conocida igualmente como Economía conductual): “de manera paralela a la Economía Experimental surgió la Economía del Comportamiento. Ambas disciplinas están estrechamente relacionadas. La Economía Experimental es una herramienta (un método de trabajo) de la Economía del Comportamiento, que tiene como objetivo el desarrollo de modelos teóricos del comportamiento humano en ámbitos económicos y sus consecuencias

¹³ Ver procesamiento sistemático de la información en el apartado 2.2.2.

¹⁴ Más información en <https://gravityandlevity.wordpress.com/2016/02/09/game-theory-of-vaccination/>.

¹⁵ Método de investigación que tiene como objetivo obtener información científica mediante experimentos.

para el funcionamiento de los mercados y las instituciones.”

Otra definición aceptada de Economía del Comportamiento es la que ofrecen Mullainathan y Thaler¹⁶ (2000): “es la combinación de psicología y economía que investiga qué sucede en los mercados en los que algunos de los agentes muestran limitaciones y complicaciones humanas.” Asimismo, plantean la siguiente cuestión: “¿Alguna combinación de fuerzas del mercado, aprendizaje y evolución hacen que estas cualidades humanas sean irrelevantes? No.” Así, los autores critican tres rasgos que se asocian a los individuos en los modelos económicos tradicionales: racionalidad ilimitada, fuerza de voluntad ilimitada y egoísmo ilimitado, ya que en la práctica no se observan de manera tan absoluta.¹⁷

Como indicamos más arriba, en la década de los 90 se comienza a incorporar los experimentos como herramienta académica. La utilidad reside en el hecho de que los estudiantes se colocan en situaciones reales de mercado que quizá todavía no han experimentado en la realidad. En general, los resultados son muy positivos, tanto en mejoras de rendimiento académico como en acogida por parte del alumnado.

Frank (1997) observa que la inclusión de un experimento sobre la “tragedia de los comunes” mejora el conocimiento de los alumnos en ese tema específico, medido a través de un test posterior. Al mismo tiempo, añade que el experimento no sólo es útil para los participantes, sino también para los observadores.

Holt (1999) realiza un amplio estudio sobre el uso de los experimentos de aula, comenta algunas recomendaciones importantes de procedimiento y recoge cuatro experimentos concretos que pueden ser útiles en cursos de microeconomía y macroeconomía. Dos aspectos a los que concede una importancia fundamental son: la habilidad del profesorado para enfocar los experimentos y la posterior discusión que se haga en clase sobre los mismos. Si no se atienden correctamente estos puntos, los experimentos pueden perder su efectividad.

Dickie (2006) descubre que los experimentos de aula mejoran el rendimiento¹⁸ de los estudiantes siempre y cuando el desempeño en los mismos no forme parte de la evaluación de la asignatura, en cuyo caso supondrían un efecto negativo.

Durham, McKinnon y Schulman (2006) manifiestan que los experimentos mejoran la actitud de aprendizaje por el hecho de sacar a los alumnos de las típicas clases de conferencia; observan un aumento del entusiasmo y de la retención del conocimiento. Por otro lado, apuntan que los efectos de los experimentos varían según el estilo de aprendizaje: visual, auditivo, kinestésico y lectura-escritura. Los estudiantes de aprendizaje kinestésico son los más favorecidos por el uso de experimentos mientras que los estudiantes de lectura-escritura no observan una mejora en su rendimiento.

T.L.N. Emerson y L. English (2016) estudian cuál sería el número de experimentos de aula ideal para optimizar el aprendizaje (en un curso), considerando la literatura de los últimos veinte años. Su conclusión es que “la participación en experimentos en el aula tiene un beneficio marginal positivo, pero decreciente”, por lo que recomiendan no pasar de 5 o 6 experimentos para no saturar a los alumnos. Por último, señalan que

¹⁶ Thaler obtuvo el Premio Nobel de Economía en 2017 por su contribución a la economía conductual con su “teoría del empujón”.

¹⁷ Proponen sustituir estos conceptos por racionalidad limitada, egoísmo limitado y fuerza de voluntad limitada.

¹⁸ Medido a través de sus resultados en el Test of Understanding in College Economics (TUCE), test estandarizado para estudiantes de diferentes cursos de economía en EEUU.

aún queda mucho trabajo por hacer para comprender mejor la utilidad del uso de experimentos.

Para terminar, debemos hacer referencia a la dificultad para implementar experimentos en macroeconomía (Biel, 2006). Por ello, la mayoría de experimentos de aula pertenecen al campo de la microeconomía, aunque algunos autores encuentran resultados (mejoras de rendimiento académico) superiores en alumnos que participan en experimentos macroeconómicos (Durham, McKinnon y Schulman, 2006).

3. EL EXPERIMENTO

El objetivo de este capítulo es replicar el experimento propuesto por A. Grant, J. Bruehler y A. Chiritescu (en adelante, GBC) en su artículo de 2016: “Herd Immunity: A Classroom Experiment” y comentar los resultados obtenidos, comparándolos con los suyos.

En palabras de dichos autores: “Además de subrayar un verdadero problema de salud pública, el experimento también se puede usar más generalmente para ilustrar la naturaleza de las externalidades y el problema de los bienes públicos”. GBC explotan el concepto de inmunidad grupal que tratamos con anterioridad.

Antes de nada, debemos aclarar qué es un experimento. Podemos acudir a la siguiente definición: “Los experimentos económicos permiten diseñar representaciones, más o menos simplificadas, de problemas económicos relevantes y observar el comportamiento de las personas, manteniendo el control sobre la situación y a un coste asumible para el experimentalista” (Biel, 2006).

3.1. METODOLOGÍA

Si seguimos las etapas de la investigación experimental propuestas por Biel (2006) en su trabajo, el primer punto sería la “elaboración de una pregunta económica”: debemos tener muy claro qué queremos estudiar. La pregunta que se formularon dichos autores es: “¿Por qué algunas personas deciden no obtener vacunas que podrían protegerlos a ellos mismos y a los demás?”, que también podría entenderse cómo: ¿es razonable desde un punto de vista económico tomar la decisión de no vacunarse? El experimento nos ayudará a dar respuesta a dichas preguntas.

El segundo aspecto a considerar por Biel es el “diseño del experimento”; en este caso, GBC utilizaron el software Otree¹⁹ para desarrollar un juego online con el que poder realizar el experimento y lo publicaron en la página web <https://economics-games.com/>.

El artículo de GBC describe el experimento de la siguiente manera: se anuncia la llegada de un potencial virus al laboratorio/aula. Existe una vacuna para protegerse de dicho peligro y los participantes deben decidir si la adquieren o no. Obtener la vacuna supone un coste, pero te asegura que no vas a contraer la enfermedad. Por otro lado, los sujetos no vacunados pueden enfermar o no. El coste de enfermar es superior al de vacunarte. La probabilidad de un individuo concreto de enfermar en cada ronda (P) depende del número de personas vacunadas respecto al total en el laboratorio/aula y

¹⁹ Plataforma open-source para el desarrollo de experimentos de laboratorio online, más información en <http://www.otree.org/>.

se determina mediante la siguiente fórmula²⁰:

$$P(\text{illness}) = 100\% \times \left(\frac{\# \text{ in class} - \# \text{ vaccinated} - 1}{\# \text{ in class} - 1} \right) \quad (3.1)$$

El término unitario que aparece en el numerador y el denominador de la ecuación 3.1 representa al individuo que toma la decisión. De esta manera puede aislarse de la fórmula y solo considerar la actuación de los demás. Así es como actúa la inmunidad colectiva: la probabilidad de que un estudiante no vacunado enferme será alta si se vacunan pocos de sus compañeros y viceversa.

En cuanto al juego online, los participantes deben tomar la decisión de vacunarse o no en cada una de las 3 rondas que dura el experimento; cada ronda se entiende de manera independiente. Un jugador dispone de 1500 puntos base en cada ronda (una especie de metáfora de la salud²¹) y elegir vacunarse le restará 500 puntos (costes médicos, posibles efectos secundarios, etc...). Si elige no vacunarse hay una probabilidad de contraer la enfermedad, en cuyo caso se le restarán 1500 puntos; por el contrario, si no enferma no se restarán puntos. Por tanto, un jugador tiene que decidir entre dos opciones en cada ronda: 1) vacunarse y 2) no vacunarse, que lo conducirán a 3 resultados posibles:

- a) vacunarse y acabar con 1000 puntos
- b) no vacunarse y enfermar, terminando con 0 puntos
- c) no vacunarse y evitar la enfermedad, manteniendo intactos los 1500 puntos.

El juego calcula de manera automática la probabilidad P de que enfermen los no vacunados. Además, cada jugador será asignado con un número aleatorio (R) que se comparará con P para ver si enferma o no en cada ronda. De esa manera, entre los jugadores que eligen no vacunarse habrá algunos que enfermen y otros que no. Para concluir, la clasificación final consiste en la suma de los puntos de las tres rondas.

En nuestro caso, hemos decidido realizar el experimento en dos partes: una primera siguiendo el método propuesto por GBC y una segunda con una pequeña modificación relativa al número aleatorio R . En este caso, la aleatoriedad se calculará de forma conjunta²² para todos los participantes (todos compartirán el número R en cada ronda) de manera que los sujetos no vacunados enfermen todos o eviten la enfermedad todos. Para ello, nos apoyaremos en el juego tal y como está (cálculo de la P y seguimiento de los participantes) pero realizaremos aparte el cálculo de la R y de los puntos obtenidos en cada ronda. Esta idea nos pareció interesante para considerar la heterogeneidad en la propagación de las enfermedades y en la respuesta inmune de los individuos, es decir, en el juego original algunos individuos no se vacunan y aun así no contraen la enfermedad, pero no queda claro la causa. ¿Se debe esto a que la enfermedad no es muy violenta y no afecta a todos o a que unos sujetos tienen un sistema inmunitario más fuerte que otros y por eso la evitan? Con nuestro añadido

²⁰ Los autores utilizan inicialmente una fórmula lineal para simplificar los cálculos pero también proponen considerar una fórmula exponencial, más información en el Apéndice B de su trabajo <http://downloads.journalofeconomicsteaching.org/1/1/1-2.pdf>.

²¹ Recordamos que gozar de buena salud genera utilidad como señalamos en el apartado 2.2.3.

²² GBC sugieren en su artículo esta otra forma de considerar la aleatoriedad, de especial interés si el número de participantes es grande, pero su juego online está diseñado únicamente de la otra forma.

podemos estudiar una enfermedad más agresiva que afecta por igual a todos los participantes (si entra en el aula enferman todos los no vacunados).

Volviendo al aspecto teórico, Biel (2006) recomienda a los experimentalistas detenerse en los siguientes puntos concernientes al diseño:

1. *Número de observaciones*: la cifra de participantes en el experimento original oscilaba entre 13 y 36 (pie de página con esto: fue realizado en 11 clases distintas entre 2010 y 2015) y la recomendación es que no sea menor de 6. “Este número estará necesariamente restringido por el número de sujetos que se puedan reclutar y debido a ello, por el presupuesto disponible para pagarles.” (Biel, 2006). En nuestro caso, se intentó convocar un máximo de 30 alumnos de distintos cursos de la facultad, de los que acudieron 18 (parece una cifra suficiente para sacar conclusiones).

2. *Pagos*: lo más sencillo es pagar dinero en efectivo, pero en nuestro caso se ofrecieron bonos canjeables en la reprografía de la facultad (8 bonos por valor de 5 euros).

Holt (1999) señala que, a diferencia de los experimentos para demostrar teorías económicas, donde los agentes tienen un interés financiero en los resultados, en los experimentos de aula no es tan relevante utilizar pagos monetarios, porque los estudiantes se comportan de una manera más competitiva con sus compañeros de clase, lo que compensaría la falta de otro tipo de incentivos.

Siguiendo la recomendación de Holt (1999), en nuestro experimento no hay “ganadores” sino que los premios se sortearon de una manera que explicaremos más adelante.

“Además, es importante que los sujetos se sientan satisfechos con el experimento no importando lo que ganen, por lo que se suele añadir un pago por participar no dependiente de los resultados [...] facilita el que los sujetos vuelvan a experimentos posteriores en caso de ser convocados.” (Biel, 2006). En el presente trabajo, decidimos entregar una chocolatina a modo de obsequio al terminar.

3. *Instrucciones*: en el artículo original se anexa un ejemplo de instrucciones. “El uso de instrucciones estándar facilita la replicación.” (Holt, 1999). Además de traducirlas al castellano hemos decidido modificarlas para resaltar ciertos aspectos relevantes que podían generar más confusión²³.

4. *Información pública*: Biel aconseja leer las instrucciones en voz alta (para que no haya suspicacias de información asimétrica) y resolver dudas del mismo modo, aunque apunta que un diseño suficientemente claro debería evitar que se produjeran (en nuestro ejercicio no se produjeron).

5. *Repeticiones*: el experimento está planteado para que se jueguen 3 rondas (los autores indican que los resultados relevantes deberían ser los de la última ronda) y fue lo que hicimos.

6. *Informática*: el experimento está planteado para realizarse en un aula de ordenadores interconectados (el instructor abre sesión con una cuenta de administrador y puede seguir el avance de los participantes, además de recopilar los datos sobre sus decisiones) y la facultad nos proporcionó el espacio adecuado.

²³ Durante el experimento nos apoyamos también en una presentación en Power Point para explicar detalladamente los pasos a seguir.

El tercer punto hace referencia a la selección de sujetos experimentales: se recomienda utilizar estudiantes universitarios por su “cercanía”, “bajo coste de oportunidad” y facilidad de aprendizaje. Nos pareció lo más adecuado precisamente por dichas particularidades. Es importante comunicar a los participantes el respeto a su anonimidad cuando proporcionan información sobre sus características personales: edad, sexo, población, curso...

El cuarto punto habla de la sesión experimental; la flexibilidad para solucionar posibles problemas imprevistos. Los 3 inconvenientes más típicos señalados por Biel son: insuficiencia en el número de sujetos, problemas informáticos y problemas con el mecanismo de pagos, que no fueron determinantes en nuestra sesión.

El quinto y último punto es el análisis de los datos: el juego está programado para recoger las decisiones de todos los participantes en cada ronda en el ordenador del administrador. Dedicaremos el apartado 3.4 a esta materia.

3.2. ENSAYOS PREVIOS AL EXPERIMENTO

Pese a las facilidades ofrecidas por los autores (el juego online y las recomendaciones en su artículo), poner en práctica un experimento de estas características siempre entraña un importante trabajo de preparación previa.

Por ello, hemos realizado una serie de ensayos anteriores al experimento definitivo para entender el funcionamiento de la página web y poder anticipar posibles dificultades.

La primera toma de contacto fue llevar a cabo un juego por nuestra cuenta, planteando una “clase” de 6 personas (el mínimo recomendado por GBC para que la fórmula tenga una cierta efectividad), introduciendo las decisiones de vacunación/no vacunación de forma aleatoria. De este modo, comprendimos el mecanismo del juego desde el punto de vista del participante y del instructor.

Más adelante, realizamos un pre-test con ayuda de 6 amigos. Se les entregó un prototipo de las instrucciones y el cuestionario, se explicaron los detalles en alto y completaron el juego sin apuros. Esto nos sirvió para hacer una estimación de la duración del experimento. Asimismo, fueron sugeridos pequeños cambios en las instrucciones para resaltar algún punto que podía generar confusión.

En este punto, decidimos modificar las instrucciones originales para destacar ciertos aspectos que habían generado más dudas y añadir la segunda parte del experimento.

Posteriormente, efectuamos otro juego por cuenta propia, esta vez programando un aula de 20 personas (en previsión de que el número de participantes en el experimento final sería cercano a esta cifra). La introducción de las decisiones de vacunación para cada uno de los 20 sujetos durante las 3 rondas fue un trabajo tedioso, pero nos sirvió para tantear las diferencias de puntuación con los 2 modos de juego.

Por último, unos días antes del experimento comprobamos el aula de informática que asignó la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales y le dimos el visto bueno. Además, aprovechando la presencia de un proyector en dicho aula, decidimos crear una presentación en Power Point para facilitar a los alumnos la comprensión de los pasos a seguir.

3.3. EXPERIMENTO FINAL

El reclutamiento de los participantes se realizó mediante dos vías: correo electrónico a listas de alumnos de la facultad e información directa de algunos profesores durante sus clases. Los interesados se inscribieron a través de hojas dispuestas por los profesores para tal fin. Se explicó de forma clara el cometido del experimento (ayudar a un compañero con su Trabajo de Fin de Grado), además de señalar el respeto a la anonimidad de los participantes en los datos solicitados, el hecho de no necesitar conocimientos previos de ningún tipo para participar y la posibilidad de ganar algunos premios.

El experimento se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Cantabria el viernes 18 de mayo a las 13 horas. La propia facultad dispuso un aula de ordenadores con un equipo para cada uno de los 18 participantes (alumnos de primer a cuarto curso de GADE/GE de la propia facultad).

El material que se entregó a los participantes al llegar consistía en: una hoja de instrucciones (Anexo 1), un cuestionario para rellenar al terminar el experimento (Anexo 2) y un identificador numérico (localizador para contactar posteriormente con los premiados). Al mismo tiempo, el instructor proyectó una presentación en Power Point para indicar los primeros pasos a dar: localizar la página web e iniciar sesión en el juego.

Las instrucciones indican los aspectos puramente técnicos del juego, las reglas y el objetivo (el Power Point facilita su comprensión), se leyeron en alto y se preguntó si había alguna duda (respuesta negativa).

Se jugaron dos partidas. La primera de las cuales simplemente seguía el juego tal y como está planteado en la página.

La segunda partida presenta los cambios propuestos por el instructor (mencionados anteriormente-señalar página y párrafo donde lo explico). Para ello, el instructor preparó una hoja de Excel, que iba rellenando con las decisiones tomadas por los participantes, calculando su puntuación en cada ronda (y final).

Hubo una incidencia al comenzar debido a un ordenador que no recibía la primera instrucción, pero se arregló fácilmente cerrando sesión y abriendo de nuevo. Además, el instructor tuvo un despiste calculando una celda de Excel, pero fue rápidamente corregido por uno de los participantes (lo que demuestra que tenían bien claros los conceptos).

Al finalizar la segunda partida, los participantes rellenaron el cuestionario y lo entregaron al instructor. Se recibieron los 18 cuestionarios. También se les solicitó un correo electrónico para poder contactar cuando se sorteasen los premios.

El incentivo para participar era la posibilidad de conseguir premios en forma de bonos para gastar en la reprografía de la universidad (arriba mencionados). Además, se entregó un obsequio a cada jugador al terminar (una chocolatina).

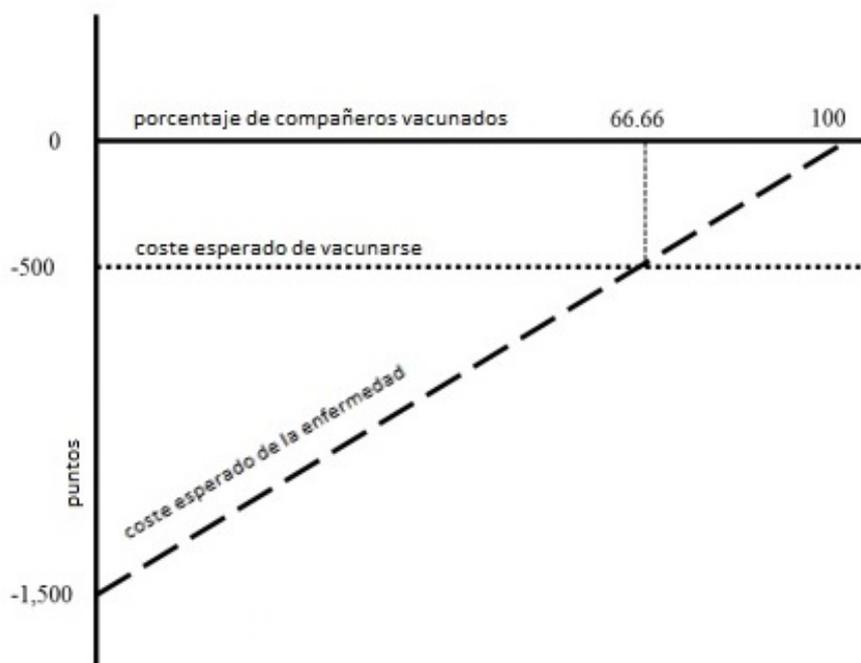
Los premios se reparten de la siguiente manera: se sortean entre todos los participantes ponderando las clasificaciones finales de cada partida (4 bonos en cada una). Las ponderaciones se han hecho por tanteo y los resultados se ofrecen en el Anexo 3. Se introducen las 100 papeletas en una bolsa y se sacan 4 de forma simultánea. Las características del sorteo se informaron por correo electrónico y,

finalmente, se realizó de forma pública el viernes 25 de mayo a las 12 horas en el aula 12 de la facultad con dos profesores de testigos. Al terminar dicho sorteo, se mandó otro correo comunicando los resultados y plazos para recoger los bonos.

3.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las puntuaciones propuestas por los autores son las siguientes: el coste de la vacuna son 500 puntos y el coste de la enfermedad son 1500 puntos. De este modo, el resultado teórico se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 3.1: Representación gráfica del Equilibrio de Nash del juego



Fuente: Grant, Bruehler y Chiritescu, 2016.

La línea punteada indica el coste de elegir vacunarse, que es siempre 500, independientemente de la decisión tomada por el resto.

La línea discontinua refleja el pago esperado por alguien que no se vacuna, en función de la cantidad de compañeros que sí lo hagan.

Los extremos de esta línea son muy representativos de la utilidad de la fórmula: el izquierdo manifiesta la situación en la que nadie se vacuna, donde el estudiante pierde 1500 puntos con certeza, mientras que el derecho revela el escenario opuesto, en el cual se vacunan todos los demás y el estudiante no enferma (coste 0).

El coste esperado de vacunarse se iguala al coste esperado de la enfermedad en el lugar donde se cruzan ambas líneas que, en este caso, corresponde a un porcentaje de compañeros vacunados del 66,66%, es decir dos tercios de los otros estudiantes. La probabilidad de que dicho individuo enferme será de un 33,33%. Este punto constituye un Equilibrio de Nash (EN): si se vacunan menos de dos tercios, el coste esperado de no vacunarse es mayor que el coste de la vacuna, por lo que la

proporción de vacunados crecerá. De modo equivalente, si el porcentaje de vacunados es superior a dos tercios, el coste esperado de vacunarse superará al coste de no vacunarse, derivando en una disminución de la proporción de vacunados (Grant, Bruehler y Chiritescu, 2016).

Dado que GBC se limitan a indicar el EN pero no presentan las demostraciones matemáticas pertinentes para llegar a dicho resultado, hemos decidido incluirlas nosotros en el Anexo 4 de este documento.

Los autores realizaron el experimento durante once sesiones y obtuvieron resultados acordes al modelo teórico (el porcentaje de vacunados en la tercera ronda no se aleja demasiado del 66,66% predicho).

Tabla 3.1: Resultados de los ensayos realizados por GBC (última ronda)

Semester	Number Receiving Vaccine	Number Not Receiving Vaccine	Proportion Vaccinating
Fall 2010	23	11	67.6%
Summer 2011	11	5	68.8%
Fall 2011a	22	14	61.1%
Fall 2011b	21	11	65.6%
Spring 2012	19	10	65.5%
Summer 2012	9	4	69.2%
Fall 2012a	15	9	62.5%
Fall 2012b	18	10	64.2%
Spring 2014a	12	4	75.0%
Spring 2014b	12	5	70.5%
Spring 2015	19	9	67.9%

Fuente: Grant, Bruehler y Chiritescu, 2016.

En nuestro experimento participaron 18 jugadores, por lo que el equilibrio teórico correspondería a 11,33 sujetos vacunados. Obviamente no podemos vacunar un tercio de una persona, así que la predicción de vacunados es de 11 o 12 individuos.

En la ronda inaugural de la primera partida se vacunaron 10 personas. En este momento, el coste de no vacunarse es superior al coste de vacunarse y, por tanto, debería aumentar el número de vacunados en las rondas subsiguientes. Sin embargo, en las rondas segunda y tercera se vacunaron 9 personas. El porcentaje de vacunados tiende al 50% en vez de al 66,66% que prevé la teoría.

Tabla 3.2: Resultados del experimento

Partida/ronda	Vacunados	No vacunados	Porcentaje vacunados
P1 R1	10	8	55,56 %
P1 R2	9	9	50%
P1 R3	9	9	50%
P2 R1	8	10	44,44%
P2 R2	9	9	50%
P2 R3	8	10	44,44%

Fuente: *Elaboración propia a partir de los datos del experimento.*

Para explicar por qué nuestros resultados difieren de los teóricos podemos apoyarnos en el cuestionario final. Éste incluye una serie de preguntas sobre la decisión en cada ronda y solicita a cada participante que justifique su estrategia.

Un punto importante que se consulta a los jugadores es su actitud frente al riesgo, ofreciendo tres opciones posibles: amante del riesgo, indiferente o averso al riesgo. De los 18 participantes, 10 se definen como indiferentes, 4 son amantes del riesgo y 3 sienten aversión (uno decidió no contestar a esta cuestión). Está claro que el juego plantea una situación con incertidumbre; debemos elegir entre dos opciones, una de las cuales deriva en un resultado cierto y otra en un resultado incierto. La estrategia de vacunarse implica menos riesgo, porque sabes con certeza la consecuencia (perder 500 puntos). Por otra parte, adoptar la estrategia de no vacunarse es más arriesgado; tienes una probabilidad P de tener una pérdida mayor (1500 puntos) pero también podrías mantener tus puntos intactos. Relacionando esto con la cuestión anterior, parece previsible que las personas aversas al riesgo decidan vacunarse, mientras que los amantes del riesgo sigan la estrategia contraria. En cuanto a los indiferentes, también deberían mantenerse impasibles en este aspecto (digamos que se vacuna en torno al 50%).

Siguiendo con esta idea, de los 17 que han manifestado su actitud frente al riesgo, 9 sujetos (4 amantes del riesgo más la mitad de los indiferentes) deberían elegir vacunarse (52,9%) y 8 (3 aversos al riesgo más la mitad de los indiferentes) no hacerlo (47,1%). Nuestro resultado se aproxima más a este supuesto que al modelo teórico. Pero, debemos recalcar, esto sólo es una suposición, no podemos afirmar que los jugadores actúen siguiendo únicamente esta pauta.

En la segunda partida el número inicial final de vacunados fue de 8 personas; en la siguiente ronda se vacunaron 9 y, en la última, volvieron a ser 8 los vacunados (44,44%). Una vez más los resultados se acercan más a nuestra suposición que al predicho por la teoría.

Los cuestionarios muestran una evidencia que puede servir de apoyo a nuestra hipótesis: la palabra “riesgo” y las diversas conjugaciones del verbo “arriesgar” aparecen en 25 ocasiones, utilizadas por 13 de los 18 encuestados (uno de ellos la usa hasta 5 veces). También son frecuentes la palabra “seguro” y el verbo “asegurar”, que surgen en 17 ocasiones. Parece que los participantes valoraban en gran medida esta posibilidad de “arriesgarse” para conseguir una puntuación mayor, que se corresponde con la decisión de no vacunarse²⁴.

²⁴ Uno de los jugadores incluso citó el conocido refrán “quien no arriesga, no gana”.

Otro aspecto interesante del cuestionario es la pregunta: “¿te ha sorprendido la decisión de tus compañeros en esta ronda?” Hasta en 21 ocasiones los jugadores mostraron asombro por la decisión del resto, lo que posiblemente choca con las teorías sobre racionalidad ilimitada; si todos los jugadores son perfectamente racionales deberían poder anticipar lo que van a hacer los demás.

Por último, merece una mención la pregunta: “si volvieses a jugar, ¿seguirías la misma estrategia o la cambiarías?” La mitad de los participantes dejan claro que mantendrían su estrategia y, del resto, 5 dicen que cambiarían y sólo 4 hablan de adaptarse a las decisiones del resto. En general, los participantes que decidieron no vacunarse y eludieron la enfermedad, obtuvieron las puntuaciones más altas. Todos ellos son optimistas frente al devenir de una futura partida, reflejado en comentarios del tipo: “no cambiaría porque me ha ido bien hasta ahora” o “de 6 rondas sólo enfermé una así que seguiría sin vacunarme”. No hay una sola persona que se manifieste prudente respecto a la aleatoriedad (pensar que tuviste suerte al obtener la R y que en una posterior partida podría irte peor).

A continuación, ofrecemos una tabla resumida con las características demográficas de los encuestados. En el Anexo 5 procuramos una tabla más completa con las decisiones individuales en cada ronda junto a estos datos.

Tabla 3.3: Características demográficas de los participantes

Edad	Sexo	Población	Curso	Actitud frente al riesgo
22	Mujer	Medio Cudeyo	Cuarto	Averso
19	Mujer	Santander	Segundo	Indiferente
19	Hombre	Santander	Segundo	Amante
21	Mujer	Santander	Segundo	Averso
19	Hombre	Santander	Segundo	Amante
19	Mujer	Santander	Segundo	Indiferente
19	Mujer	Boo de piélagos	Segundo	Indiferente
25	Hombre	Santander	Primero	Indiferente
18	Hombre	Fuenmayor La Rioja	Primero	Amante
18	Hombre	Renedo de piélagos	Primero	Amante
26	Hombre	Santander	Tercero	Indiferente
20	Hombre	Santander	Primero	Indiferente
26	Hombre	Santander		Averso
30	Hombre	Santander	Segundo	Indiferente
19	Hombre	Cerrazo		Indiferente
28	Mujer			
23	Hombre	Santander		Indiferente
19	Mujer		Segundo	Indiferente

Fuente: Elaboración propia a partir de la información obtenida de los cuestionarios.

Por cuestiones de tiempo y espacio en este trabajo, hemos decidido no realizar un análisis econométrico con los resultados obtenidos, pero haremos un breve comentario relacionando las decisiones con dichas características individuales.

Hay una cierta diferencia en la decisión de vacunarse respecto al sexo: las mujeres se vacunan en 24 de 42 ocasiones (57,14%) mientras que los hombres lo hacen en menor medida, 29 de 66 veces (43,94%).

Residir en un pueblo o una ciudad no parece influir en la decisión: en el primer caso se vacunan el 48,6% de las veces y, en el segundo, el 50%.

En cuanto al curso, la elevada proporción de alumnos de segundo curso, sumada al silencio de algunos encuestados, nos impide sacar conclusiones.

Por último, podemos dividir en dos grupos de edad: los de 18 a 22 años y los de 23 años o más, no encontrando en este caso diferencia significativa entre ambos grupos (50% de vacunación frente a un 47,22%).

Este experimento puede analizarse también desde la perspectiva de los bienes públicos. En la revisión teórica mencionamos que dichos bienes son acogidos abiertamente por las personas, puesto que les proporcionan bienestar, pero como su producción no es rentable por la iniciativa privada (precisamente por sus características de no rivalidad y no exclusión) muchas veces el Estado tiene que encargarse de su provisión.

Por otro lado, las externalidades son otro tipo de fallos de mercado que provocan ineficiencia. La externalidad surge cuando una actividad origina efectos en terceras personas que no participan en ese mercado; en este caso, la inmunidad grupal genera un impacto positivo en las personas que no se vacunan. De esta manera, el efecto positivo debe considerarse a la hora de calcular los costes de la actividad²⁵.

Teniendo esto en cuenta, el Estado intentaría aprovechar la externalidad positiva que supone la existencia de la inmunidad colectiva para minimizar los costes. Entendemos al Estado como un “planificador central”: una especie de dictador benevolente que decide quién se vacuna y quién no; siempre con el objetivo de reducir los costes sociales (Grant, Bruehler y Chiritescu, 2016). Según GBC, estos son los cálculos que debería realizar el planificador (tomando como ejemplo una clase de 19 personas):

²⁵ Surgiendo el concepto de coste social: el coste privado de producción se reduce al incluir el valor social que genera la externalidad positiva.

Tabla 3.4: Costes sociales según el número de vacunados

Number Vaccinated	Number Unvaccinated	Total Vaccination Costs	Expected Illness Costs	Total Social Costs
0	19	0	28,500	28,500
1	18	500	25,500	26,000
2	17	1,000	22,667	23,667
3	16	1,500	20,000	21,500
4	15	2,000	17,500	19,500
5	14	2,500	15,167	17,667
6	13	3,000	13,000	16,000
7	12	3,500	11,000	14,500
8	11	4,000	9,167	13,167
9	10	4,500	7,500	12,000
10	9	5,000	6,000	11,000
11	8	5,500	4,667	10,167
12	7	6,000	3,500	9,500
13	6	6,500	2,500	9,000
14	5	7,000	1,667	8,667
15	4	7,500	1,000	8,500
16	3	8,000	500	8,500
17	2	8,500	167	8,667
18	1	9,000	0	9,000
19	0	9,500	0	9,500

Fuente: Grant, Bruehler y Chiritescu, 2016.

Las dos primeras columnas muestran todas las combinaciones posibles de vacunados/no vacunados en una clase de 19 personas. La tercera columna es el coste de vacunación: 500 veces el número de vacunados. La columna cuatro es el coste esperado de la enfermedad, que se calcula de la siguiente forma²⁶:

$$\text{Coste esperado enfermedad} = n^{\circ} \text{ no vacunados} \times 1500 \times \left(\frac{n^{\circ} \text{ no vacunados} - 1}{18} \right) \quad (3.2)$$

El coste social es la suma de los dos anteriores. Podemos ver que el coste máximo corresponde a la situación donde nadie se vacuna y todos los individuos obtienen una pérdida de 1500. Pero lo que nos interesa es minimizar los costes, lo que se consigue si se vacunan 15 o 16 personas. Este sería el resultado más eficiente; observamos que el número de vacunados es superior al que se alcanza en el Equilibrio de Nash del juego. Aquí GBC destacan enormemente el hecho de que este óptimo social no sea un 100% de vacunados; hay unos costes de enfermedad de 500 o 1000 que algunas personas tendrían que asumir, lo que impulsa el debate sobre la diferencia entre eficiencia y equidad (Grant, Bruehler y Chiritescu, 2016).

Como en nuestro ejercicio contamos con 18 personas, la tabla de costes sociales es un poco distinta:

²⁶ El denominador de la ecuación 3.2 es el n° de personas en el aula menos uno.

Tabla 3.5: Costes sociales para 18 individuos

Vacunados	No vacunados	Coste total vacunados	Coste de enfermedad total esperado	Coste social total
0	18	0	27000	27000
1	17	500	24000	24500
2	16	1000	21176,47	22176,47
3	15	1500	18529,41	20029,41
4	14	2000	16058,82	18058,82
5	13	2500	13764,71	16264,71
6	12	3000	11647,06	14647,06
7	11	3500	9705,88	13205,88
8	10	4000	7941,18	11941,18
9	9	4500	6352,94	10852,94
10	8	5000	4941,18	9941,18
11	7	5500	3705,88	9205,88
12	6	6000	2647,06	8647,06
13	5	6500	1764,71	8264,71
14	4	7000	1058,82	8058,82
15	3	7500	529,41	8029,41
16	2	8000	176,47	8176,47
17	1	8500	0,00	8500,00
18	0	9000	0,00	9000,00

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del experimento.

El óptimo social se alcanza si se vacunan 15 personas. Tal y como hicimos con el EN, en el Anexo 4 presentamos la demostración matemática necesaria para alcanzar este resultado.

Por último, queremos recordar que, en presencia de bienes públicos, siempre aparecen comportamientos “*free-rider*”, personas que quieren aprovecharse de las ventajas de dichos bienes sin asumir los costes. Como explicamos más arriba, en el análisis coste-beneficio de la decisión de vacunarse no hay que olvidar este aspecto: si una proporción elevada de la población actúa como *free-rider*, es decir, no se vacunan esperando beneficiarse de la inmunidad de grupo, al final el número de vacunados es demasiado bajo para que funcione dicha inmunidad.

4. CONCLUSIONES

La base de este trabajo era el estudio de la decisión individual de vacunarse. En la revisión teórica hemos reunido los diversos factores que pueden afectar positiva y negativamente dicha decisión y hemos determinado que el elemento fundamental es la existencia de la inmunidad colectiva. Después, el experimento nos ha permitido examinar el comportamiento de los individuos en dicho escenario.

El trabajo de Grant et al (2016) predice un porcentaje de vacunados del 66,67% (Equilibrio de Nash del juego). Sin embargo, nuestros resultados difieren de los suyos y se aproximan al 50%. Para explicar esta divergencia podemos apoyarnos en los modelos económicos y los dos métodos de procesamiento de la información estudiados.

Creemos que los individuos perfectamente racionales (*homo economicus*) procesarán toda la información disponible de forma sistemática, realizarán un análisis de costes y beneficios y sus estrategias de juego deberían derivar en un equilibrio de Nash. Pero, gracias a la explicación de los jugadores (en el cuestionario) sobre sus estrategias empleadas, podemos establecer que los modelos sobre racionalidad limitada y el procesamiento heurístico tienen mayor peso en esta decisión, siendo los más relevantes el sesgo optimista y la aversión (o amor) al riesgo.

Por otro lado, las características demográficas no reflejan un efecto en los resultados, salvo el sexo (las mujeres se vacunan más).

Otro resultado de interés es el óptimo social donde, en todos los casos, el número de vacunados es superior a la situación de equilibrio. Para alcanzar este punto, el gobierno puede obligar a las personas a vacunarse (o multar al que no lo haga) pero esto puede desembocar en desconfianza de la gente (Poland y Jacobson 2001; Grant et al 2016; Skinner 2016).

Por otra parte, hemos de mencionar que se preguntó a los participantes del experimento si creían que en el mundo real las personas tenían “consideraciones económicas” a la hora de vacunarse. Once de los dieciocho encuestados (61%) respondió negativamente, justificando argumentos de salud o ideológicos.

Para finalizar, somos conscientes de las limitaciones del experimento para ofrecer resultados relevantes, las cuales enumeramos a continuación:

1. El problema de la validez interna y externa (inherente a cualquier experimento), es decir, la dificultad para aplicar en el mundo real las conclusiones obtenidas en el laboratorio (Biel, 2006).
2. Cualquier modificación respecto al experimento original (por minúscula que sea) puede provocar variación en el comportamiento de los individuos.
3. La ausencia de un análisis econométrico más detallado.

Aun así, el experimento no solo resulta de interés para entender mejor el comportamiento de los individuos en un entorno con incertidumbre, sino que también tiene implicaciones en materia de políticas públicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Bauch, C.T. y Earn, D.J.D. (2004). "Vaccination and the theory of games" *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101 (36): 13391-13394.
- Biel, P. (2006). "Economía Experimental y Teoría de Juegos" *Universidad Autónoma de Barcelona*.
- Brañas-Garza, P. y Paz Espinosa, M. (2011). "Economía experimental y del comportamiento" *Papeles del Psicólogo*, 32 (2): 185-193.
- Brisson, M. y Edmunds, W.J. (2003). "Economic Evaluation of Vaccination Programs: The Impact of Herd-Immunity" *Medical Decision Making*, 23 (1): 76-82.
- Cates, J.R., Fuemmeler, B.F., Diehl, S.J., Stockton, L.L., Porter, J., Ihekweazu, C., Gurbani, A.S. y Coyne-Beasley, T. (2018). "Developing a Serious Videogame for Preteens to Motivate HPV Vaccination Decision Making: Land of Secret Gardens" *Games for Health Journal*, 7 (1).
- Dickie, M. (2006). "Do Classroom Experiments Increase Learning in Introductory Microeconomics?" *Journal of Economic Education*, 37 (3): 267-288.
- Durham, Y., Mckinnon, T. y Schulman, C. (2007). "Classroom experiments: not just fun and games" *Economic Inquiry*, 45 (1): 162-178.
- Emerson, T.L.N. y English, L. (2016). "Classroom experiments: Is more more?" *American Economic Review*, 106 (5): 363-367.
- Frank, B. (1997). "The impact of classroom experiments on the learning of economics: An empirical investigation" *Economic Inquiry*, 35 (4): 763-769.
- Frank, R.H. (1992). "Microeconomía y conducta" McGraw-Hill.
- Grant, A., Bruehler, J. y Chiritescu, A. (2016). "Herd Immunity: A Classroom Experiment" *Journal of Economics Teaching*, 1 (1): 7-16.
- Holt, C.A. (1999). "Teaching Economics with Classroom Experiments: A Symposium" *Southern Economic Journal*, 65 (3): 603-610.
- Kata, A. (2010). "A postmodern Pandora's box: anti-vaccination misinformation on the Internet" *Vaccine*, 28 (7): 1709-1716.
- Kata, A. (2012). "Anti-vaccine activists, Web 2.0, and the postmodern paradigm—An overview of tactics and tropes used online by the anti-vaccination movement" *Vaccine*, 30 (25): 3778-3789.
- Keynes, J.M. (1936). "Teoría general del empleo, el interés y el dinero" *Madrid, Ediciones Aosta* (1998).
- Mankiw, N.G. (1998). "Principios de Microeconomía"-1ra. McGraw-Hill.
- Mullainathan, S. y Thaler, R.H. (2000). "Behavioral Economics" *National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper 7948*.
- Poland, G.A. y Jacobson, R.M. (2001). "Understanding those who do not understand: a brief review of the anti-vaccine movement" *Vaccine*, 19 (17-19): 2440-2445.
- Ratzan, S.C. (2001). "Health literacy: communication for the public good" *Health Promotion International*, 16 (2): 207-214.

Seethaler, S.L. (2016). "Shades of Grey in Vaccination Decision Making: Tradeoffs, Heuristics and Implications" *Science Communication*, 38 (2): 261-271.

Sen, A. (1986). "Los tontos racionales: una crítica de los fundamentos conductistas de la teoría económica" *Filosofía y teoría económica*, 398: 172.

Simon, H.A. (1955). "A behavioral model of rational choice" *The quarterly journal of economics* 69 (1): 99-118.

Simon, H.A. (1957). "Models of man; social and rational". John Wiley and Sons.

Skinner, B. (2016). "Game theory of vaccination" [Mensaje en un blog]. *Gravity and Levity*.

Tversky, A. y Kahneman, D. (1981). "The framing of decisions and the psychology of choice" *Science*, 211 (4481): 453-458.

ANEXO I

Instrucciones

EXPERIMENTO DE INMUNIDAD GRUPAL

Contexto:

Un virus muy peligroso amenaza con invadir este aula. Por suerte, los profesionales de la salud han actuado rápidamente y han desarrollado una vacuna. Dicha vacuna se encuentra en el mercado. Es decisión tuya obtener la vacuna o no.

Consideraciones:

- Vamos a jugar 2 partidas independientes; cada partida consta de 3 rondas.
- Cada jugador dispone de 1500 puntos en cada ronda.
- Recibir la vacuna es doloroso y costoso. El costo de la vacuna, más el costo de su dolor y sufrimiento, es de 500 puntos.
- Si obtienes la vacuna, no contraerás el virus (durante esa ronda). Estás inmunizado.
- Puedes elegir no obtener la vacuna.
- Si no obtienes la vacuna, es probable que contraigas la enfermedad. Esa probabilidad viene dada por la siguiente fórmula:

$$P(\text{enfermedad}) = 100\% * \left(\frac{\text{n}^{\circ} \text{ en clase} - \text{n}^{\circ} \text{ vacunados} - 1}{\text{n}^{\circ} \text{ en clase} - 1} \right)$$

- Si contraes la enfermedad, incurrirás en 1500 puntos de dolor, sufrimiento y gastos médicos.

1ª partida:

- Cuando el instructor te lo pida, tomarás tu elección.
- Tienes dos opciones: "Obtener la vacuna" o "No obtener la vacuna".
- Una vez que se reciban todas las respuestas, el juego calculará automáticamente la probabilidad de que aquellos que eligen "No obtener la vacuna" contraigan la enfermedad (fórmula de arriba).
- Además, se le asignará a cada participante un nº aleatorio entre 0 y 1. Al comparar ambos números, el propio juego te indicará si has enfermado o no y tu puntuación en esa ronda.
- El mismo proceso se repite durante las 3 rondas.
- Al terminar la partida, aparecerá la clasificación final (suma de los puntos en las 3 rondas).

OBJETIVO DEL JUEGO: sumar la mayor puntuación posible en las 3 rondas.

2ª partida:

- Cuando el instructor te lo pida, tomarás tu elección.
- Tienes dos opciones: "Obtener la vacuna" o "No obtener la vacuna".
- Una vez que se reciban todas las respuestas, el juego calculará automáticamente la probabilidad de que aquellos que eligen "No obtener la vacuna" contraigan la enfermedad (fórmula de antes). Llamaremos a eso probabilidad P .
- **El instructor determinará si las personas no vacunadas contraerán la enfermedad generando un número aleatorio, R , entre 0 y 1.**
- Si $R < P$, aquellos que no obtuvieron la vacuna contraerán la enfermedad.
- Si $R \geq P$, aquellos que no obtuvieron la vacuna no contraerán la enfermedad
- El mismo proceso se repite durante las 3 rondas.
- **El juego calcula el número R por su cuenta y nos da una puntuación acorde, pero esta vez lo ignoraremos y seguiremos el cálculo del instructor.**
- El instructor calculará las puntuaciones finales de cada uno y mostrará la clasificación final en pantalla.

OBJETIVO DEL JUEGO: sumar la mayor puntuación posible en las 3 rondas.

ANEXO II

Cuestionario

Edad		Sexo	
Población		Curso	
Actitud frente al riesgo	Me considero una persona... <input checked="" type="radio"/> Aversa al riesgo <input type="radio"/> Indiferente <input type="radio"/> Amante del riesgo <input type="radio"/>		

Por favor, tómate tu tiempo y responde con sinceridad las siguientes preguntas.

1. ¿Te ha gustado el experimento?

Sí

No

2. Respecto a la primera partida, ¿qué decisión tomaste en la primera ronda?

Vacunarme

No vacunarme

3. ¿Por qué has actuado de esa manera?

4. ¿Te ha sorprendido la decisión de tus compañeros en esta ronda? ¿Qué esperabas que hiciesen?

5. ¿Qué decisión tomaste en la segunda ronda?

Vacunarme

No vacunarme

6. ¿Por qué has actuado de esa manera?

7. ¿Te ha sorprendido la decisión de tus compañeros en esta ronda? ¿Qué esperabas que hiciesen?

8. ¿Qué decisión tomaste en la tercera ronda?

Vacunarme No vacunarme

9. ¿Por qué has actuado de esa manera?

10. ¿Te ha sorprendido la decisión de tus compañeros en esta ronda? ¿Qué esperabas que hiciesen?

11. En cuanto a la segunda partida, ¿has seguido la misma estrategia de antes o la has cambiado? ¿De qué manera? ¿Por qué?

12. Si volvieses a jugar una tercera vez, ¿seguirías la misma estrategia o la cambiarías? ¿De qué modo?

13. ¿Crees que en la realidad la gente tiene estas consideraciones "económicas" a la hora de decidir si vacunarse?

Muchas gracias por participar

ANEXO III

Sorteo de premios

Ponderación:

Jugador	Papeletas en el sorteo A											
1	1	27	30	47	57	73	75	99				
2	11	14	25	29	37	43	59	60	64	74	91	
3	48	53	85									
4	13											
5	21	39										
6	10	18	24	54	80	88	89	98				
7	7	26	45	55	67	71	72	95				
8	17	36	49	69	79	96						
9	19	34	40	42	44	94						
10	5	20	31	51								
11	56											
12	8	32	33	61								
13	9	35	38	50								
14	2	3	62	76	77	83	86	97				
15	46	52	68	92	93	100						
16	4	12	15	16	22	23	41	63	78	84	87	
17	28	58	65	66	70	81						
18	6	82	90									

Jugador	Papeletas en el sorteo B											
1	26	42	60	72								
2	7	25	43	52								
3	9	32	36	37	51	63	64	65	74	81	99	
4	11	41	66	86								
5	1	8	13	16	77	80						
6	15	90										
7	20	21	40	50	61	68						
8	5	24	33	44	69	82						
9	56	71										
10	3	6	14	58	59	67						
11	17	23	27	48	78	98						
12	31	46	70	76	93	95						
13	38	47	49	94								
14	4	10	28	30	34	35	55	57	75	85	87	
15	22	53	62	83	89	91						
16	18	39	54	79	88	96						
17	19	29	45	73	97	100						
18	2	12	84	92								

Resultado sorteo A:

Papeletas	Jugador
100	15
89	6
84	16
13	4

Resultado sorteo B:

Papeletas	Jugador
84	18
59	10
34	14
18	16

ANEXO IV

Demostración matemática del Equilibrio de Nash y el Óptimo de Pareto

Equilibrio de Nash:

Mejor estrategia posible teniendo en cuenta las estrategias de los demás.

Análisis coste-beneficio comparando las dos decisiones posibles: el coste de no vacunarse es $-1500 * P$, mientras que el coste de vacunarse es -500 .

Si igualamos ambos costes obtenemos la probabilidad de coger la enfermedad (un tercio):

$$-1500 * P = -500 \qquad P = \frac{-500}{-1500} = \frac{1}{3}$$

La probabilidad de contraer la enfermedad para los no vacunados condicionada a los vacunados sería:

$$P(0/V) = \frac{N-V-1}{N-1}$$

Sustituimos P arriba y desarrollamos la igualdad:

$$1500 * \frac{N-V-1}{N-1} = 500$$

$$1500 * \left(1 - \frac{V}{N-1}\right) = 500$$

$$1500 - 1500 * \frac{V}{N-1} = 500$$

$$15 - 15 * \frac{V}{N-1} = 5$$

$$15 * (N - 1) - 15 * V = 5 * (N - 1)$$

Para terminar, despejamos el número de vacunados:

$$V = \frac{10 * (N-1)}{15}$$

Que, en nuestro caso con 18 sujetos, sería: $V = \frac{170}{15} = 11,33$

El Equilibrio de Nash se alcanza con 12 vacunados y 6 no vacunados.

Óptimo de Pareto:

Ningún individuo puede mejorar su situación sin que empeore la de otro.

La optimización se consigue minimizando la función de coste social, que consiste en sumar el coste de vacunarse (coste de la vacuna multiplicado por el nº de vacunados) y el coste esperado de enfermar (ecuación 3.2):

$$\text{Min } 500 * V + 1500 * \left(\frac{N-V-1}{N-1} \right) * (N - V)$$

Consideramos nuestro caso con 18 personas:

$$N = 18, \quad \text{Min } 500 * V + 1500 * \left(\frac{17-V}{17} \right) * (18 - V)$$

$$500 * V + 1500 * \left(1 - \frac{V}{17} \right) * (18 - V)$$

$$500 * V + 1500 * \left(18 - \frac{18 * V}{17} - V + \frac{V * V}{17} \right)$$

$$500 * V + 1500 * \left(18 - \frac{35 * V}{17} + \frac{V * V}{17} \right)$$

$$500 * V + 27000 - \frac{52500}{17} * V + \frac{1500}{17} * V^2$$

$$8500 * V + 459000 - 52500 * V + 1500 * V^2$$

$$459000 - 44000 * V + 1500 * V^2$$

Una vez desarrollada la función de coste social, hallamos la condición de primer orden:

$$\text{C.P.O. } \frac{dC}{dV} = 0 \rightarrow -44000 + 2 * 1500 * V = 0$$

Finalmente, despejamos el número de vacunados:

$$V = \frac{44000}{3000} = 14,67$$

El óptimo paretiano se determina con 15 vacunados y 3 no vacunados.

ANEXO V**Características demográficas y decisiones tomadas por los participantes**

Jugador	P1R1	P1R2	P1R3	P2R1	P2R2	P2R3	Edad	Sexo	Población	Curso	Actitud frente al riesgo
1	0	1	1	0	1	1	22	Mujer	Medio Cudeyo	Cuarto	Averso
2	0	1	0	0	1	1	19	Mujer	Santander	Segundo	Indiferente
3	1	0	1	0	0	0	19	Hombre	Santander	Segundo	Amante
4	1	0	0	1	0	1	21	Mujer	Santander	Segundo	Averso
5	0	0	0	1	0	0	19	Hombre	Santander	Segundo	Amante
6	1	0	1	1	1	1	19	Mujer	Santander	Segundo	Indiferente
7	0	1	1	0	1	0	19	Mujer	Boo de piélagos	Segundo	Indiferente
8	1	1	1	1	0	0	25	Hombre	Santander	Primero	Indiferente
9	0	0	0	1	1	1	18	Hombre	Fuenmayor	Primero	Amante
10	1	0	0	0	0	1	18	Hombre	Renedo de piélagos	Primero	Amante
11	1	0	0	0	1	0	26	Hombre	Santander	Tercero	Indiferente
12	1	0	0	0	1	0	20	Hombre	Santander	Primero	Indiferente
13	0	1	0	1	0	1	26	Hombre	Santander		Averso
14	0	1	1	0	0	0	30	Hombre	Santander	Segundo	Indiferente
15	1	1	1	1	0	0	19	Hombre	Cerrazo		Indiferente
16	1	0	0	0	1	0	28	Mujer			
17	1	1	1	1	0	0	23	Hombre	Santander		Indiferente
18	0	1	1	0	1	1	19	Mujer		Segundo	Indiferente

P1R1 se refiere a la ronda 1 de la partida 1, P1R2 es la ronda 2 de la partida 1, etc...

Los 1s y 0s corresponden, respectivamente, a la decisión de vacunarse o no vacunarse.