



**GRADO EN ECONOMÍA
2015-2016**

TRABAJO FIN DE GRADO

**DECISIÓN EN CONDICIONES DE
INCERTIDUMBRE.
TEORÍA Y EVIDENCIA EMPÍRICA**

**CHOICE UNDER UNCERTAINTY.
THEORY AND EMPIRICAL EVIDENCE**

AUTORA: CLARA CAMPA ROLDÁN

DIRECTOR: PEDRO ÁLVAREZ CAUSELO

16/09/2016

ÍNDICE

RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. TEORIA DE LA UTILIDAD ESPERADA.....	7
2.1 ORIGENES HISTÓRICOS.....	7
2.2 FUNDAMENTACIÓN AXIOMÁTICA.....	11
2.2.1 Estructura básica de un problema de decisión bajo incertidumbre.....	11
2.2.2 Axiomas sobre las preferencias.....	12
2.2.3 Función de utilidad cardinal $u(x)$ y riesgo.....	13
3. EVIDENCIA EMPÍRICA Y CAPACIDAD DESCRIPTIVA DE LA TUE	16
3.1 INCUMPLIMIENTO DEL AXIOMA DE INDEPENDENCIA	16
3.1.1 El efecto de la consecuencia común: La paradoja de Allais.....	16
3.1.2 Efecto ratio común	18
3.1.3 La paradoja de Ellsberg.....	19
3.2 MÁS ALLÁ DE LOS SUPUESTOS DE LA TUE: LA IMPORTANCIA DEL PROCEDIMIENTO Y DEL MARCO DE DECISIÓN.....	20
3.2.1 La influencia del procedimiento.....	20
3.2.2 La importancia del marco de decisión	21
4. TEORIAS ALTERNATIVAS	22
4.1 TEORÍAS CONVENCIONALES	22
4.2 TEORÍAS NO CONVENCIONALES	26
4.3. TEORIA PROSPECTIVA.....	28
4.3.1 Fundamentos conductuales	28
4.3.2 Síntesis.....	30
4.3.3 Capacidad explicativa.....	33
5. CONCLUSIONES.....	35
6. BIBLIOGRAFÍA.....	36

RESUMEN

La teoría de la utilidad esperada surge en la primera mitad del siglo XVIII. Hasta entonces era ampliamente aceptado, que el precio razonable que debía pagar un individuo por participar en un juego debía calcularse como la esperanza matemática del mismo. Sin embargo, la paradoja de San Petersburgo lleva a autores como Gabriel Cramer y Daniel Bernoulli a proponer que el valor de un juego para un individuo dependerá de la valoración subjetiva o utilidad que le asigne a las posibles ganancias o pérdidas. De esta idea nace lo que hoy se conoce como la teoría de la utilidad esperada (TUE).

Tendrían que pasar dos siglos hasta que John von Neumann y Oskar Morgenstern fundamentaran axiomáticamente la teoría en 1944. A partir de ese momento constituye la teoría estándar sobre el comportamiento racional en condiciones de incertidumbre y el punto de partida para la modelización teórica de muchos fenómenos e instituciones económicas. A pesar de su relevancia teórica durante los últimos 70 años, se ha ido también acumulando evidencia que contradice sus predicciones teóricas. Desde las paradojas clásicas de Allais y Ellsberg, hasta las más recientes investigaciones en el campo de la economía experimental, se ha puesto en duda la capacidad descriptiva de la TEU, al menos en determinados ámbitos del comportamiento.

Esas anomalías empíricas han venido inspirando la búsqueda de teorías alternativas que pretenden explicarlas. Un primer grupo de teorías convencionales mantiene el marco básico de la TUE pero relajan algunos supuestos. Un segundo grupo, adopta un planteamiento más general y se apoya en la psicología, por lo que pueden considerarse teorías no convencionales (Starmer, 2000). De entre todas ellas la que más éxito ha tenido es la denominada teoría prospectiva de Kahneman y Tversky (1979). A partir de la introducción de conceptos como la aversión a la pérdida, la importancia del “punto de referencia” o del encuadre de un problema de decisión, ha logrado una gran capacidad explicativa, haciendo que constituya la principal alternativa teórica a la TUE. Al mismo tiempo, puede considerarse que su desarrollo constituye el foco principal de arranque para la economía del comportamiento, en tanto que propuesta general de una teoría económica que parta de un mayor realismo de los supuestos sobre el comportamiento de los agentes económicos.

En este trabajo revisamos la literatura sobre ese desarrollo paralelo de las aportaciones teóricas y de la evidencia empírica en relación con la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre.

ABSTRACT

Expected Utility Theory arises in the first half of the eighteenth century. Until then it was widely accepted that the fair price to be paid by an individual for participating in a game should be calculated as the mathematical expectation of it. However, the St. Petersburg paradox leads to authors as Gabriel Cramer and Daniel Bernoulli to propose that the value of a game for an individual depends on the subjective assessment or usefulness assigned to potential gains or losses. From this idea has born the Expected Utility Theory (EUT).

It was not until two centuries later when the theory of expected utility under risk received its first axiomatic characterization by the economists John Von Neumann and Oskar Morgenstern in 1944. From that point the EUT is set as the standard theory of rational behaviour under uncertainty and also constitutes the starting point for the theoretical modelling of many phenomena and economic institutions. Despite its theoretical relevance during the past 70 years, throughout that period it has also been accumulating evidence that contradicts their theoretical predictions. From the classic paradoxes of Allais and Ellsberg to the most recent research in the field of experimental economics, it has questioned the descriptive power of the EUT, at least in certain areas of behaviour.

These empirical anomalies have encouraged the search for alternative theories that seek to explain them. A first group of conventional theories maintains the basic framework of the EUT but relaxing some assumptions. A second group has a more general approach and is based on psychology, which is why they can be considered as unconventional theories (Starmer, 2000). Prospect Theory (PT) is the most successful of them all. It introduces concepts such as loss aversion or a phenomenon which is called framing effect that has achieved a great explanatory power, making PT the main theoretical alternative to EUT. This paper reviews the literature on the parallel development of the theoretical contributions and empirical evidence regarding decision making under uncertainty.

1. INTRODUCCIÓN

La teoría de la decisión es un área multidisciplinar de investigación, que relaciona diversos campos de la ciencia, como la economía, la administración y la psicología. Los principales tipos de decisión estudiados a lo largo de la historia son la elección intertemporal y la elección bajo incertidumbre. Ésta última representa el principal empeño de investigación en la teoría económica de la decisión y de aquí surge la motivación del presente trabajo: estudiar la interacción entre los desarrollos teóricos y la evidencia empírica en relación a la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre.

El estudio de la incertidumbre se remonta a los orígenes de la probabilidad en el S.XVI en Francia, comenzaremos analizando su evolución histórica hasta la aparición en el año 1944 de la primera y la vez mas importante teoría fundamentada; La Teoría de la Utilidad Esperada (TUE).

A pesar de que la TUE es, sin lugar a dudas, una potente herramienta que se puede aplicar fácilmente en una gran variedad de contextos teóricos, la aparición de algunas anomalías respecto a las predicciones de la misma, ha provocado la búsqueda de teorías alternativas.

La Teoría Prospectiva es la más representativa por ser capaz de explicar por qué los individuos, incluso los profesionales financieros, a menudo toman decisiones financieras que no son óptimas. Aún así, cuando comparamos las teorías alternativas con la TUE, observamos que la utilización de estos modelos alternativos fuera de la literatura especializada ha sido muy escaso.

La estructura del trabajo, se distribuye en un primer capítulo en el que veremos los orígenes históricos de la teoría de la decisión en condiciones de riesgo, hasta el nacimiento de la Teoría de la Utilidad Esperada axiomatizada por los economistas John von Neumann y Oskar Morgenstern. Se describirá la estructura básica de un problema de decisión en condiciones de incertidumbre, se presentarán los axiomas sobre las preferencias que sostienen la existencia que una función de utilidad cardinal, que recoge las preferencias de los individuos frente al riesgo.

En un segundo capítulo, hablaremos de la evidencia empírica respecto a la capacidad explicativa de la TUE, detallando numerosos experimentos que incumplen algunos de los axiomas o supuestos implícitos en esta teoría, y que como veremos en el capítulo 4, motivan la búsqueda de teorías alternativas.

El capítulo 4 recoge teorías alternativas. En primer lugar se expondrán aquellas teorías convencionales, que sólo relajan algunos supuestos de la TUE, y a continuación se introducirán las teorías no convencionales, que abandonan el marco de la utilidad esperada, entre las que destaca la Teoría Prospectiva.

2. TEORIA DE LA UTILIDAD ESPERADA

2.1 ORIGENES HISTÓRICOS

El interés por los juegos de azar en Francia durante los siglos XVI y XVII, lleva a autores como Blaise Pascal (1623-1662) y Pierre de Fermat (1601-1665) a estudiar y desarrollar los primeros fundamentos sobre el cálculo de probabilidades que sentaron las bases para el posterior desarrollo de la teoría de la decisión.

Muchos autores consideran la resolución del Problema de los Puntos en la correspondencia entre Pascal y Fermat como el origen del cálculo de probabilidades. El problema que Antoine Gombaud, Caballero de Méré, un experto jugador de la alta sociedad francesa planteó a Pascal consistía en analizar como debía repartirse el dinero apostado en un juego, cuando éste debía ser finalizado antes de tiempo.

Una versión propuesta por Sorando (2016) del conocido como Problema de los Puntos se describe a continuación.

“Dos jugadores apuestan a cara o cruz, lanzando una moneda. Gana el jugador que primero obtenga cinco puntos. Si suponemos que el juego se interrumpe en un momento en que el primer jugador tiene 4 puntos y el segundo tiene 3 puntos. ¿Cómo deben repartir la cantidad apostada de manera justa?”

La respuesta lógica sería averiguar la probabilidad que tiene cada jugador de ganar en cada etapa del juego, es decir, tener en cuenta cuántas veces ganaría el primer jugador y cuántas veces ganaría el segundo en el caso de que el juego no hubiese sido interrumpido y se jugase muchas veces. Se trata, por tanto, de un problema de decisión en condiciones de incertidumbre que se puede representar a través del siguiente diagrama de árbol:

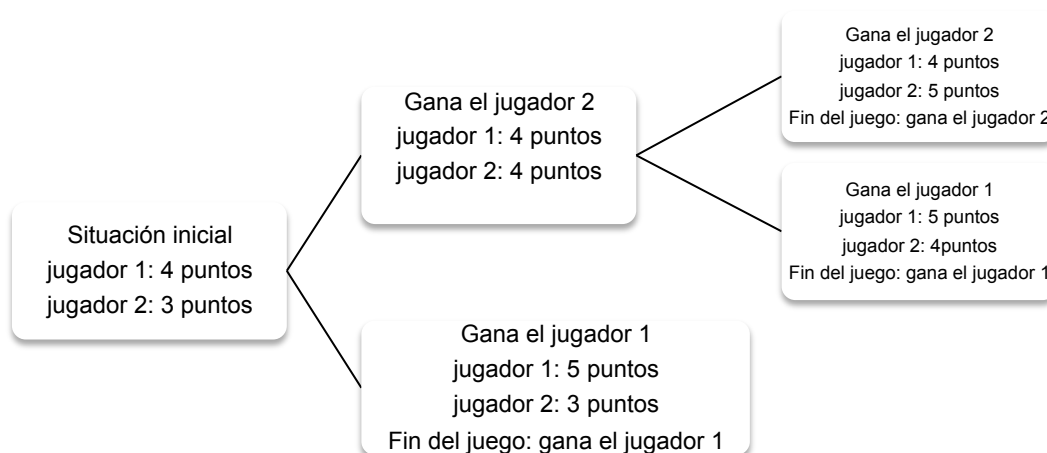


Figura 2.1. Diagrama de árbol: Problema de los Puntos

Fuente: elaboración propia

El diagrama expresa las formas posibles en las que puede continuar el juego, de forma que, en la próxima tirada la mitad de las veces gana el primer jugador y tras dos tiradas ganaría una cuarta parte de las veces, la cuarta parte restante la ganaría el segundo jugador, es decir: el primer jugador gana el juego tres de cada cuatro veces y el segundo una de cada cuatro. Según esto, el reparto justo es de tres a uno a favor del primer jugador en sustitución al reparto proporcional a los puntos iniciales de cada jugador (cuatro a tres a favor el primer jugador).

“Las apuestas de Méré dieron un beneficio mucho mayor que el esperado y abrieron nuevos caminos a la comprensión racional de lo que hasta entonces parecía imposible de comprender... la suerte, el azar” (Sorando, 2016).

La teoría de la utilidad surge a principios del siglo XVIII cuando Daniel Bernoulli (1738) propone solución a la paradoja de San Petersburgo propuesta en 1713 por Nicolás Bernoulli. Durante esta época el precio razonable que debía pagar un individuo por participar en un juego debía cumplir la propiedad o *criterio del juego justo*, según la cual un juego es justo cuando el pago por participar en él coincida con su esperanza matemática. Sin embargo Nicolás Bernoulli presenta la conocida paradoja San Petersburgo, poniendo de ejemplo el siguiente juego (Streb, 2010):

“Se lanza una moneda al aire repetidamente (n veces) hasta que aparece la primera cruz, si la cruz aparece en la primera tirada, el jugador obtiene un premio de 2 rublos, si aparece la segunda vez que se lanza la moneda, obtiene 4 rublos, si aparece la tercera vez, gana 6 rublos, y así sucesivamente”

De forma que un jugador que participe en este juego, recibirá un pago de 2^n rublos, donde n es el número de tirada en la que aparece la primera cruz.

Si se aplica la esperanza matemática como el valor que el jugador debe pagar por participar en el juego, es sencillo ver, que cuando n tiende a infinito, el valor esperado es infinito.

i= Número de tirada	Probabilidad de que salga cruz en la tirada i (p_i)	Ganancia (x_i)
1	$1/2$	2
2	$1/2^2$	2^2
3	$1/2^3$	2^3
...	...	...
n	$1/2^n$	2^n

Tabla 2.1. Probabilidades y ganancias asociadas en el juego de San Petersburgo

Fuente: elaboración propia

$$E(x) = \sum_{i=1}^n p_i x_i = 2 \cdot 1/2 + 2^2 \cdot 1/2^2 + 2^3 \cdot 1/2^3 + \dots + 2^n \cdot 1/2^n = 1+1+1+\dots+1 = \infty$$

La paradoja radica precisamente en esto, a pesar de que la ganancia esperada es una cantidad muy elevada que tiende a infinito, Nicolás Bernoulli cree la mayoría de la gente sólo estarían dispuestos a pagar una cantidad relativamente pequeña por participar, de forma que recoge esta intuición como evidencia de que el "valor " de una apuesta para un individuo no es equiparable a su valor monetario esperado.

Es en este contexto donde surge la distinción entre ganancia y utilidad esperada, donde la primera es idéntica para todos los individuos mientras que el concepto de utilidad depende de las circunstancias particulares de cada persona.

Autores como Gabriel Cramer y Daniel Bernoulli incorporan esta distinción y proponen modificaciones a la paradoja con el propósito de obtener soluciones aceptables.

Ambos coinciden en que los individuos asignan valores subjetivos o utilidades de las ganancias monetarias, y el valor del juego depende de la esperanza de estas utilidades. Según esto, a los jugadores no les importa el premio x , sino la utilidad que les reporta el mismo: $U(x)$. Cuando la distribución de probabilidad es de variable discreta, la utilidad esperada viene dada por:

$$E[U(x)] = \sum_{i=1}^n p_i U(x_i).$$

Cramer encontraba la solución en suponer que existía una relación inversa entre la fortuna que poseía una persona y el valor que ésta le asigna a un incremento dado de la misma. Propuso alternativas en las que el valor de una suma de dinero o premio x , se recoge a través de distintas funciones de utilidad tales como la raíz cuadrada de x , la inversa de esa cantidad o la existencia de un “límite” en los pagos. El valor esperado de todas ellas tomaría un valor finito y además implicaba que las sumas adicionales de dinero tenían utilidad marginal decreciente (Székely y Richards, 2004).

Nicolás Bernoulli no estaba satisfecho con la solución de Cramer, por lo que le comunicó el problema a su primo Daniel Bernoulli que, en ese momento, era miembro de la Academia Imperial de Ciencias de San Petersburgo. Daniel Bernoulli planteó la hipótesis de que la utilidad de una cantidad x de dinero para una persona era una función logarítmica de la cantidad de dinero, de la forma:

$$U(x) = k \log(x) + \text{constante}.$$

Esta función recoge la idea de que los individuos aumentan la utilidad cuando se incrementa el pago pero a una tasa decreciente. De esta manera, el juego de S. Petersburgo podrá converger a un valor finito de la utilidad esperada que Bernoulli denominó *valor moral* del juego ya que representa cuanto vale el juego para un individuo.

Aún así, la formulación de Bernoulli no estaba fundamentada y no es hasta el año 1944 cuando los economistas John Von Neumann y Oskar Morgenstern axiomatizan la teoría de la utilidad esperada.

2.2 FUNDAMENTACIÓN AXIOMÁTICA

En su Teoría de los Juegos y del Comportamiento Económico (1944), los economistas John von Neumann y Oskar Morgenstern dieron forma axiomática al comportamiento de los individuos cuando toman decisiones en condiciones de riesgo.

2.2.1 Estructura básica de un problema de decisión bajo incertidumbre

- I. Se denomina A al conjunto de elección sobre las alternativas que elige el agente, de forma que: $A = \{a_1, a_2, \dots, a_N\}$.
- II. Los distintos estados de la naturaleza denominados S , son aquellos que el agente no puede controlar: $S = \{s_1, s_2, \dots, s_K\}$ a los que asocia una probabilidad determinada¹: $P = (p_1, p_2, \dots, p_K)$.
- III. Denominaremos F a la función de consecuencias:

$$F: A \rightarrow L$$

$$a_i \mapsto (r_{i1}, p_1; r_{i2}, p_2; \dots; r_{iK}, p_K) = l_i$$

Dónde L es el conjunto de todas las loterías, r_{ij} es el resultado asociado si el agente toma la decisión i y se da el estado de la naturaleza j . De esta forma, a cada decisión se le asigna una variable aleatoria, es decir, la elección entre a_i y a_j se plantea como una decisión entre l_i y l_j .

Habitualmente resulta útil medir los resultados en términos monetarios (x) y por tanto, las loterías adoptarán la forma $l_i = (x_{i1}, p_1; x_{i2}, p_2; \dots; x_{iK}, p_K)$, donde x_{i1} representa el nivel de renta que tendría el individuo si se diese el estado de la naturaleza 1 y eligiese la alternativa i .

¹ Siguiendo la tradicional distinción entre riesgo e incertidumbre que se remonta a Frank Knight donde se

En ocasiones, será conveniente representar las loterías considerando que tienen el mismo soporte, esto es, que difieren únicamente en las probabilidades asignadas. Veamos con un ejemplo la fundamentación de esta simplificación.

Supongamos que tenemos dos loterías:

$$l_a = (50; \frac{3}{5}, 200; \frac{2}{5})$$
$$l_b = (100; \frac{1}{2}, 500; \frac{1}{2})$$

Definimos el siguiente vector de pagos único para ambas loterías (50,100,200,500) dónde recogemos el conjunto de todos los resultados posibles y, por tanto, podemos representar las loterías en función de sus probabilidades asociadas, de la siguiente forma:

$$l_a = (\frac{3}{5}, 0, \frac{2}{5}, 0)$$
$$l_b = (0, \frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2})$$

2.2.2 Axiomas sobre las preferencias

A continuación se describen los axiomas de los que puede derivarse la teoría de la utilidad esperada. Las preferencias se definen sobre loterías, donde una lotería se entiende, como hemos visto, como un conjunto de consecuencias con su probabilidad asociada.

Voy a utilizar letras minúsculas (por ejemplo, l_a, l_b, l_c) para representar las loterías. Una lotería dada puede contener otras loterías, pero suponiendo que tales loterías compuestas se pueden reducir a las simples de acuerdo con las normas convencionales de probabilidad, cualquier lotería l_a puede ser representada por una distribución de probabilidad $l_a = (p_{1a}, \dots, p_{Ka})$ sobre un conjunto de consecuencias dadas $X = (x_1, \dots, x_K)$.

Teniendo en cuenta esto, la hipótesis de la utilidad esperada puede derivarse de tres axiomas fundamentales: ordenación, continuidad e independencia (Levin, 2006).

1. El **axioma de ordenación**, requiere que las preferencias sean completas y transitivas. Para que las preferencias sean completas debe darse que para todo l_a, l_b :

$l_a \succcurlyeq l_b$ o $l_b \succcurlyeq l_a$ o ambas, donde $\succcurlyeq$ representa la relación “es débilmente preferida a”.

Para que estas sean transitivas requiere que para todo l_a, l_b, l_c :

Si $l_a \succcurlyeq l_b$ y $l_b \succcurlyeq l_c$, entonces se cumple que $l_a \succcurlyeq l_c$

2. El **axioma de continuidad** implica que para todas las loterías l_a, l_b, l_c , dónde $l_a \succcurlyeq l_b$ y $l_b \succcurlyeq l_c$: existe un p tal que $(l_a, p; l_c, 1 - p) \sim l_b$, donde $\sim$ representa la relación de indiferencia y $(l_a, p; l_c, 1 - p)$ es una lotería compuesta donde se obtiene l_a con probabilidad p y l_c con probabilidad $1 - p$.

3. El **axioma de independencia** es el más restrictivo acerca de la forma de las preferencias. Este axioma implica que para todas las loterías l_a, l_b, l_c : si $l_a \succcurlyeq l_b$ entonces $(l_a, p; l_c, 1 - p) \succcurlyeq (l_b, p; l_c, 1 - p) \forall p$.

Si las preferencias satisfacen los axiomas anteriores, entonces existe una función de utilidad $u(x)$ tal que:

$$l_a \succcurlyeq l_b \Leftrightarrow V(l_a) \geq V(l_b),$$

donde $V(l_a) = \sum_i p_i \cdot u(x_i) = E_{l_a}[u(x_i)]$.

2.2.3 Función de utilidad cardinal $u(x)$ y riesgo

La función de utilidad cardinal tiene las siguientes características:

- Continua
- Monótona creciente [$u'(x) > 0, \forall x$]
- Única salvo transformaciones lineales positivas

En la formulación de Bernoulli, esta función es logarítmica por lo que se trata de una función estrictamente cóncava (*Figura 1.2*). La concavidad de la función implica que el individuo es **averso al riesgo** ya que prefiere que le den de forma segura el valor esperado de la lotería que jugarla.

Si para un individuo la utilidad del valor esperado de una apuesta es mayor que la utilidad esperada del propio juego $V(l_i)$, se dice que es un jugador averso al riesgo.

Vamos a ilustrar esto con un ejemplo sencillo de manera analítica y gráfica en el que un jugador se enfrenta a la siguiente lotería $l_i = (5; 0.5; 30; 0.5)$, esto es, se obtienen 5€ con probabilidad 0.5 y 30€ con probabilidad 0.5 de forma que el valor esperado del juego es:

$$E(l_i) = 5 \times 0.5 + 30 \times 0.5 = 17,5$$

Si la función de utilidad es la siguiente: $u(x) = \ln(x)$, es sencillo comprobar que:

$$\begin{aligned} V(l_i) &< u(E(l_i)) \\ 0.5 \times u(5) + 0.5 \times u(30) &< u(17,5); \\ 0.5 \times \ln(5) + 0.5 \times \ln(30) &< \ln(17,5) \\ 2.50 &< 2.86 \end{aligned}$$

Dada una lotería l_i se denomina **equivalente cierto** al nivel de renta $\bar{x}$ para la cual el individuo se muestra indiferente entre aceptar el juego o tener $\bar{x}$ con certeza. La utilidad segura de $\bar{x}$ iguala la utilidad esperada del juego.

$$EC(l_i) = \bar{x}: \bar{x} \sim l_i \Leftrightarrow u(\bar{x}) = V(l_i)$$

En nuestro ejemplo, el equivalente cierto se calcula como:

$$u(\bar{x}) = V(l_i) \Leftrightarrow \ln(\bar{x}) = 2,50 \Leftrightarrow \bar{x} = e^{2,50} = 12,18$$

La **prima de riesgo de Markowitz** es una medida del coste del riesgo que se calcula como la diferencia entre el valor esperado de la lotería y su equivalente cierto. Siguiendo nuestro ejemplo:

$$PR(l_i) = E(l_i) - EC(l_i) = 17,5 - 12,18 = 5,31$$

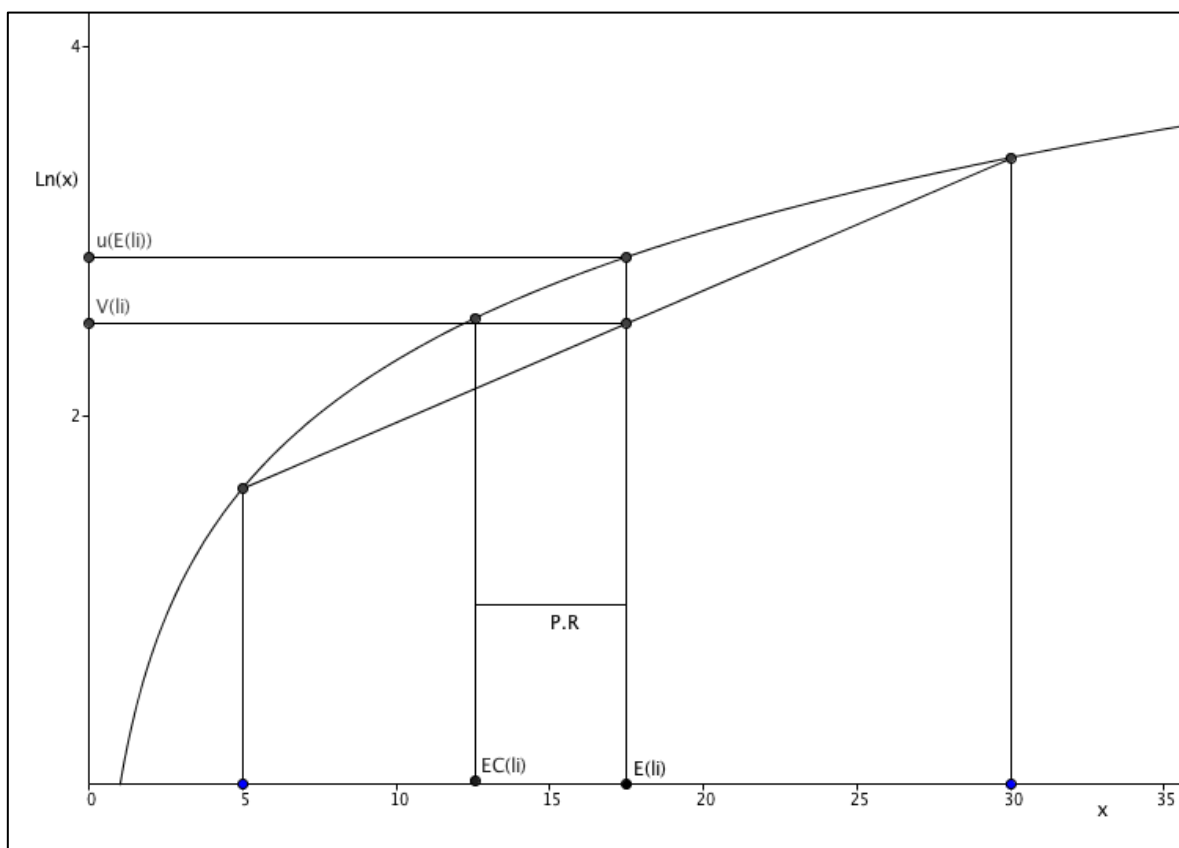


Figura 1.2 Función de utilidad cardinal de un individuo averso al riesgo

Fuente: elaboración propia

La curvatura de la función de utilidad mide si la aversión al riesgo crece o decrece con la riqueza. Arrow-Pratt propone los índices de aversión relativa y absoluta al riesgo que se exponen a continuación por ser la medida más utilizada.

- Índice de aversión absoluta al riesgo: mide el grado de concavidad de la función y cuanto mayor sea la curvatura, mayor es la aversión al riesgo.

$$\circ \quad ARA(x) = -\frac{u''(x)}{u'(x)}$$

- Índice de aversión relativa al riesgo: es una elasticidad que nos dice como cambia % $u'(x)$ cuando cambia 1 punto porcentual la renta.

$$\circ \quad ARR(x) = -x \frac{u''(x)}{u'(x)} = \frac{du'(x)}{dx} \frac{x}{u'(x)} = \varepsilon_{\frac{u'(x)}{x}}$$

3. EVIDENCIA EMPÍRICA Y CAPACIDAD DESCRIPTIVA DE LA TUE

La Teoría de la Utilidad Esperada constituye un modelo de comportamiento racional. Sin embargo, numerosos experimentos han demostrado que los individuos en ocasiones no se comportan de acuerdo con alguno de los axiomas o predicciones de la teoría.

3.1 INCUMPLIMIENTO DEL AXIOMA DE INDEPENDENCIA

3.1.1 El efecto de la consecuencia común: La paradoja de Allais

En 1953 se manifestó por primera vez el incumplimiento del axioma de independencia recogido por el premio Nobel Maurice Allais que establece la conocida “paradoja de Allais” donde se plantea un problema de decisión que contradice la hipótesis de la utilidad esperada. La estructura más famosa del juego que plantea Allais es la siguiente.

Los individuos deben elegir entre las siguientes loterías, es decir, en cuál les gustaría participar en caso de que fuera posible:

- $l_A = (1M, 1)$
- $l_B = (5M, 0.1; 1M, 0.89; 0, 0.01)$

La primera lotería (l_A) ofrece la posibilidad de obtener un millón de manera segura. La segunda lotería (l_B) ofrece obtener 5 millones con una probabilidad del 1% o 1 millón con probabilidad del 89% o de lo contrario nada.

Consideremos ahora un segundo problema en el que los individuos deben elegir entre las siguientes loterías:

- $l_C = (1M, 0.11; 0, 0.89)$
- $l_D = (5M, 0.1; 0, 0.9)$

La primera lotería (l_C) ofrece una probabilidad del 11% de recibir 1 millón, y una probabilidad del 89% de no recibir nada, mientras que la segunda lotería (l_D) ofrece obtener 5 millones con una probabilidad del 10% o de lo contrario nada.

Cuando nos enfrentamos a la Paradoja de Allais, la mayoría de las personas prefieren l_D a l_C , sin embargo, eligen tener 1 millón de manera segura a una lotería que tiene una probabilidad del 10% de ganar 5 millones y una probabilidad del 89% de 1 millón; es decir, prefieren l_A a l_B , teniendo en cuenta que estas loterías son el resultado de las primeras añadiendo una consecuencia común, el 89% de posibilidades de 1 millón.

Dicho de otra manera, al preferir l_A a l_B , tenemos la siguiente relación de utilidad esperada:

$$1U(1) > 0.1U(5) + 0.89U(1) + 0.01U(0)$$

del mismo modo, preferir l_D a l_C , tenemos la siguiente relación de utilidad esperada:

$$0.11U(1) + 0.89U(0) < 0.1U(5) + 0.9U(0)$$

Que se puede reescribir como:

$$\begin{aligned} 0.11U(1) &< 0.1U(5) + 0.01U(0) \\ 1U(1) - 0.89U(1) &< 0.1U(5) + 0.01U(0) \\ 1U(1) &< 0.1U(5) + 0.89U(1) + 0.01U(0) \end{aligned}$$

La relación de utilidad esperada obtenida en el segundo experimento es contraria a la obtenida en el primero. Por tanto, la elección en la primera opción es incompatible con la elección en la segunda, y ahí radica la paradoja.

3.1.2 Efecto ratio común

Un fenómeno estrechamente relacionado y también descubierto por Allais, es el *efecto ratio común*, que podemos observar en el siguiente ejemplo.

En la primera opción, los jugadores deben elegir entre:

- $l_A = (3000\text{€}, 1)$
- $l_B = (4000\text{€}, 0.8; 0\text{€}, 0.2)$

La primera lotería (l_A) ofrece la posibilidad de obtener 3000€ de manera segura. La segunda lotería (l_B) ofrece obtener 4000€ con una probabilidad del 80% o de lo contrario nada.

Consideremos ahora un segundo problema en el que los individuos deben elegir entre las siguientes loterías:

- $l_C = (3000\text{€}, 0.25; 0\text{€}, 0.75)$
- $l_D = (4000\text{€}, 0.20; 0\text{€}, 0.80)$

La primera lotería (l_C) ofrece una probabilidad del 25% de recibir 3000€ mientras que la segunda lotería (l_D) ofrece obtener 4000€ con una probabilidad del 20% o de lo contrario nada.

La evidencia señala que en la primera opción las personas prefieren l_A a l_B , mientras que en la segunda opción escogen l_D frente a l_C . Este patrón de comportamiento es inconsistente con las predicciones de la TUE.

3.1.3 La paradoja de Ellsberg

La paradoja, que al igual que la anterior contradice el axioma de independencia en la teoría de decisión, fue desarrollada por Daniel Ellsberg en 1961. Esta paradoja se explica por lo general con el experimento detallado a continuación.

A un jugador se le informa de que una urna contiene 90 bolas de las cuales 30 son de color rojo y las 60 restantes son de color negro o amarillo, a continuación se le pide que elija entre las siguientes apuestas:

- A: recibir un pago de 100€ si la pelota de color rojo.
- B: recibir un pago de 100€ si la pelota de color negro.

Y entre las siguientes:

- C: recibir un pago de 100€ si la pelota no es de color negro.
- D: recibir un pago de 100€ si la pelota no es de color rojo.

Se observa que en la mayoría de los casos las personas eligen A sobre B y D sobre C. Esto se debe a que los jugadores creen que realizar apuestas a favor o en contra de la información conocida (bola roja) es más seguro que apostar a favor o en contra de la información desconocida (bola negra). Sin embargo, estas preferencias dan como resultado el incumplimiento del que Savage (1954) denomina: *principio de algo seguro*² (*sure-thing principle*) lo que requeriría que la preferencia de A sobre B deba ser conservada en C y D.

² Dov Samet (2008) demuestra su artículo *The sure-thing principle and independence of irrelevant knowledge* que los dos principios, el principio de algo seguro y el de independencia de alternativas irrelevantes, son equivalentes y que la única propiedad necesaria para que esta equivalencia se cumpla es el axioma de la verdad, es decir, el requisito de que todo lo que se sabe es cierto.

3.2 MÁS ALLÁ DE LOS SUPUESTOS DE LA TUE: LA IMPORTANCIA DEL PROCEDIMIENTO Y DEL MARCO DE DECISIÓN.

Existe evidencia de que además del incumplimiento del axioma de independencia, el comportamiento de los individuos también se ve influenciado por otros aspectos no considerados por la TUE, como el procedimiento y el marco de decisión.

3.2.1 La influencia del procedimiento

Este supuesto implica que las preferencias sobre loterías son independientes del método utilizado para obtenerlas. Un fenómeno que ejemplifica el incumplimiento de este supuesto es el denominado “reversión de la preferencia” que fue por primera vez observado por los psicólogos Sarah Lichtenstein y Paul Slovic (1971) y Harold Lindman (1971). A continuación se expone el experimento clásico donde se manifiesta este fenómeno.

El experimento consiste en la ejecución por parte de un grupo de individuos de dos tareas. En la primera deben elegir entre dos loterías: la primera lotería l_{ϵ} ofrece una baja probabilidad de ganar un alto premio, mientras que la segunda l_p ofrece ganar un premio pequeño con una gran probabilidad. La segunda tarea requiere que los individuos asignen valores monetarios a cada una de las loterías, $M(\epsilon)$ y $M(p)$ respectivamente.

Numerosos experimentos señalan que existe una tendencia a que los individuos elijan la lotería con la probabilidad alta y premio bajo (l_p), revelando la siguiente relación de preferencia ($l_p > l_{\epsilon}$), mientras que en la segunda tarea esta relación de preferencia se revierte, asignando un valor mayor a la lotería que tiene el premio más alto (l_{ϵ}), es decir, $M(\epsilon) > M(p)$. Este constituye el ejemplo más conocido del fenómeno de la reversión de las preferencias que supone una paradoja para los economistas, puesto que, desde la teoría clásica ambas tareas, tanto la de elegir entre dos loterías como la de asignar valores monetarios, son diferentes maneras de preguntar lo mismo: “¿Cuál de las dos loterías es la más preferida?” Sin embargo, el resultado es que el orden no es claro, sino que depende del procedimiento empleado, es decir, del formato de pregunta subyacente (Starmer, 2000).

3.2.2 La importancia del marco de decisión

Por otra parte, se ha demostrado que pequeños cambios en la presentación o *framing* de las loterías pueden tener gran impacto en la toma de decisiones de los distintos agentes. Estos efectos revelan la importancia del marco de decisión.

El ejemplo más común es el recogido a través del experimento conocido como el problema de la "enfermedad de Asia" (Tversky y Kahneman, 1981) en el que se divide a los sujetos en dos grupos y se les informa acerca de una enfermedad que amenaza a 600 ciudadanos . A continuación deben elegir entre dos opciones indeseables.

En un "marco positivo" las personas deben elegir entre (A) se salvan 200 personas de manera segura, o (B) la probabilidad de $1/3$ de salvar a 600 personas frente a la probabilidad de $2/3$ de no salvar a nadie. En el "marco negativo" deben elegir entre (C) que muera 400 personas a ciencia cierta, o (D) una probabilidad de $2/3$ de que mueran 600 frente a $1/3$ de que no muera nadie. A pesar del hecho de que tanto A y C como B y D, son equivalentes en términos de vidas perdidas o en situación de riesgo, la mayoría de la gente elige A sobre B, pero sobre D sobre C.

Este resultado revela como en numerosas ocasiones las elecciones dependen de la manera en la que están descritos los problemas de decisión. En el primer caso, cuando el contexto se presenta en una actitud positiva, los individuos eligen A, es decir, la opción que reporta ganancias seguras, sin embargo cuando la misma situación se presenta con pérdidas, entonces la gente cambia sus preferencias y ya no escogen la situación que lleva a pérdidas seguras, sino que elige arriesgarse.

4. TEORIAS ALTERNATIVAS

La evidencia acumulada en relación con la divergencia entre el comportamiento observado y las predicciones de la TUE, ha originado un gran esfuerzo por proponer alternativas teóricas con una mayor capacidad predictiva. A continuación se repasan brevemente los principales desarrollos teóricos siguiendo fundamentalmente a Starmer (2000).

4.1 TEORÍAS CONVENCIONALES

Son aquellas teorías que incorporan ciertas propiedades con el fin de explicar el incumplimiento del supuesto de independencia. Recurriremos a la representación gráfica mediante el triángulo de Machina, que nos proporciona un soporte para comparar las predicciones de las distintas alternativas.

Considerando distintas loterías definidas sobre los pagos x_1, x_2, x_3 tal que $x_1 > x_2 > x_3$. Y puesto que cualquier lotería puede definirse como un vector de probabilidades $(p_1, 1 - p_1 - p_3, p_3)$, se pueden representar gráficamente en un espacio de probabilidades dimensional. La *Figura 4.1* representa las loterías (l_A, l_B, l_C, l_D) de la paradoja de Allais descrita anteriormente. Por convención, el eje horizontal recoge la probabilidad creciente del pago más bajo ($x_1 = 0€$) y el eje vertical mide la probabilidad creciente del pago más alto ($x_3 = 5 \text{ millones de €}$).

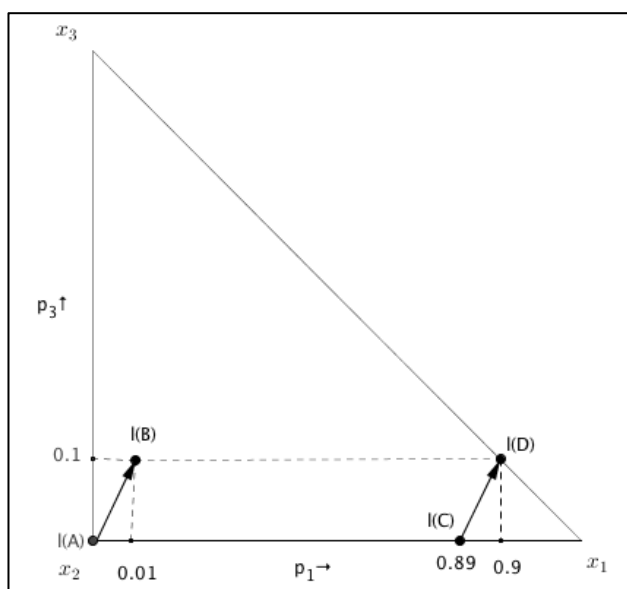


Figura 4.1 Paradoja de Allais

Fuente: adaptación de Starmer (2000)

Si se cumplen todos los axiomas sobre las preferencias, las curvas de indiferencia, representadas en la Figura 4.2, tienen pendiente positiva, son lineales y paralelas. La inclinación de la pendiente depende de la actitud de los individuos frente al riesgo: a mayor aversión al riesgo mayor inclinación de la pendiente, esto se puede explicar de manera intuitiva apoyándonos en el grafico de la Figura 4.3 donde aparecen representadas las curvas de indiferencia de dos individuos. La curva de indiferencia $\overline{l_A l_G}$ por ser la menos inclinada pertenece al individuo menos averso al riesgo, por la misma razón la curva de indiferencia $\overline{l_A l_F}$ pertenece al individuo más averso al riesgo. Esto se debe a que en l_A , p_1 y p_3 valen cero luego es un caso en que recibe el pago intermedio con certeza; a lo largo de la hipotenusa p_2 es igual a cero ($p_1 + p_3 = 1$); por lo tanto cuanto más arriba y a la izquierda se sitúe en la hipotenusa la lotería equivalente a l_A , mayor p_3 y menor p_1 (esto es mayor valor esperado) está exigiendo, luego es más averso al riesgo.

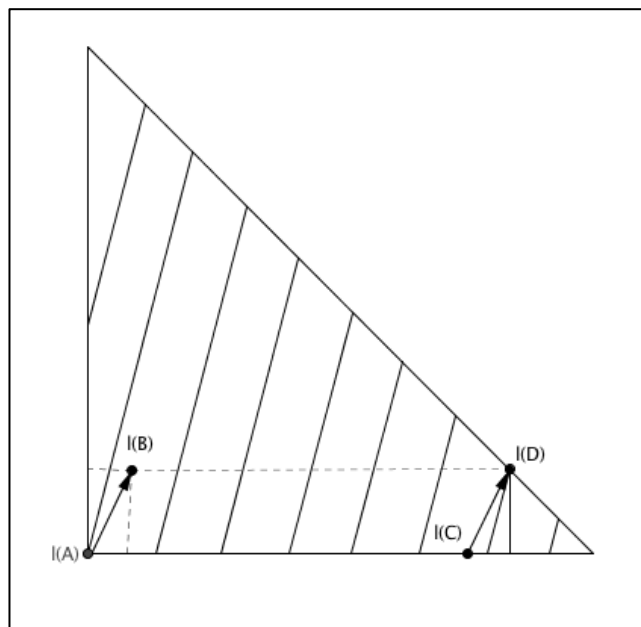


Figura 4.2. Curvas de indiferencia de la TUE

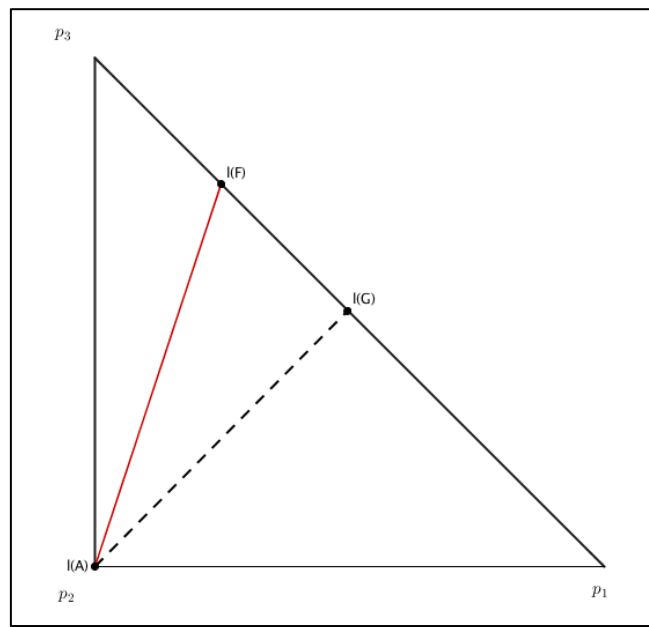


Figura 4.3. Distintos grados de aversión al riesgo

Respecto a las loterías anteriores, las curvas de indiferencia representadas en la Figura 4.2, implican que $l_A > l_B$ y $l_C > l_D$. Pero la paradoja de Allais revela que los individuos incumplen la TUE y eligen $l_A > l_B$ y $l_D > l_C$, por lo que existe una inconsistencia respecto a la actitud frente al riesgo revelada por los individuos en sus decisiones.

Esta inconsistencia, se puede representar de forma genérica en el triángulo de Machina ya que, siempre sigue un determinado patrón: las elecciones entre loterías situadas en la parte baja a mano derecha del triángulo muestran un menor grado de aversión al riesgo si las comparamos con aquellas situadas a la izquierda del mismo.

Cualquier teoría convencional que pretenda explicar esta inconsistencia reflejará este hecho imponiendo que las curvas de indiferencia situadas a la derecha sean más planas que las situadas a la izquierda de forma que, tal y como se observa en la Figura 4.4, la lotería l_A es más preferida a l_B ya que se encuentra en una curva de indiferencia más próxima al eje de ordenadas y l_C es más preferida a l_D por la misma razón.

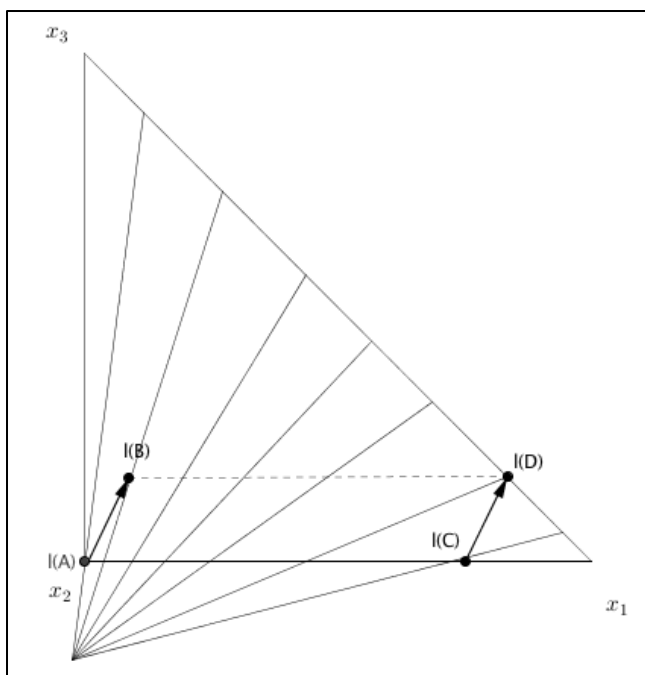


Figura 4.4 Curvas de indiferencia que cumplen la propiedad del abanico

Fuente: adaptación de Starmer (2000)

Las curvas de indiferencia de la Figura 4.4, cumplen la propiedad del abanico (*fanning out property*) que como ya hemos visto implica que los individuos se vuelven más aversos al riesgo a medida que las loterías mejoran, es decir, a medida que se incrementa la probabilidad de obtener el pago mas alto. En el contexto del triángulo significa que las curvas de indiferencia “se abren en abanico” a medida que nos movemos hacia la derecha.

Existen numerosas teorías que incorporan esta propiedad con la intención de recoger el comportamiento real de los individuos sin abandonar el marco de la TUE, entre ellas destaca *el análisis generalizado de la utilidad esperada* propuesto por Mark Machina (1982), *la teoría de la utilidad ponderada* de Soo Hong Crew y MacCrimmon (1979) y *la teoría de la decepción* desarrollada por David Bell (1985). Años más tarde surgieron teorías que relajaban la propiedad del abanico en respuesta a la evidencia que sugería que el comportamiento humano era más complejo que el recogido en estos modelos, entre ellas podemos señalar *la teoría de la utilidad cuadrática* propuesta por Crew, Larry Epstein y Segal en 1991 y *la teoría de la utilidad dependiente de la lotería* de Joao Becker y Rakesh Sarin (1987). Todas ellas cumplen, en mayor o menos medida la propiedad del abanico.

Una segunda fase de teorías convencionales son aquellas que incorporan una función de transformación de probabilidades objetivas en **probabilidades subjetivas** o **pesos de decisión**. Según Nick Pidgeon (1992) existe amplia evidencia de que cuando a las personas se les informa acerca de la probabilidad de morir por diferentes causas, éstos sobreestiman la probabilidad de morir por causas poco frecuentes, mientras que subestiman la probabilidad de morir por causas más frecuentes. En general, existe una tendencia de los individuos a transformar las probabilidades objetivas, mediante una función de probabilidad ponderada $\pi(p_i)$, directamente en pesos de decisión.

La forma más simple propuesta por este segundo grupo de teorías es aquella en la que los individuos maximizan la función $V(l) = \sum \pi(p_i)u(x_i)$. El principal inconveniente es que bajo este planteamiento no cumple la propiedad de monotonía, lo que llevó a que el principal esfuerzo de los economistas durante las décadas de los 80 y 90 se centrara en desarrollar teorías convencionales con probabilidades subjetivas que incorporen esta propiedad. Entre ellas, la más destacada es la *teoría de utilidad esperada rango dependiente* propuesta por John Quiggin (1982).

La evidencia empírica revela que, a la hora de seleccionar un modelo, si el criterio es el ajuste a los resultados obtenidos en los experimentos donde se analiza el comportamiento individual, los modelos de ponderación de probabilidades son la mejor opción. No obstante, las teorías convencionales están todavía lejos de poder explicar de manera satisfactoria el comportamiento de los individuos bajo situaciones de riesgo.

4.2 TEORÍAS NO CONVENCIONALES

Al contrario que las teorías convencionales, este segundo grupo de teorías está más estrechamente ligado a la psicología. Su punto de partida no son las decisiones tomadas, sino la modelización de los procesos que llevan a la toma de esas decisiones, es por lo que también reciben el nombre de *procedural theories*. Constituyen además uno de los focos de origen de la denominada **economía del comportamiento**, la cual ha reavivado el interés por los fundamentos psicológicos de las decisiones económicas, los cuales habían sido puestos a un lado cuando la economía se formalizó en la última parte de la revolución neoclásica. El éxito de este nuevo enfoque, radica precisamente en tomar como punto de partida la elaboración de modelos económicos que partan de supuestos más realistas en relación con el comportamiento humano, de forma que sea posible la creación de nuevas teorías económicas con mayor capacidad de predicción.

El método seguido por los economistas conductuales es el siguiente. En primer lugar analizan un supuesto o modelo generalmente aceptado por la teoría económica, a continuación identifican anomalías.

Posteriormente utilizan estas anomalías como fuente de inspiración para crear teorías alternativas que sirvan para generalizar los modelos existentes. Por último construyen nuevos modelos de comportamiento derivados de estas implicaciones y los ponen a prueba. Para ello, han recurrido tradicionalmente a experimentos, así como datos de campo, simulación por ordenador y escáneres del cerebro (Camerer y Loewenstein, 2004).

La teoría más destacada dentro de este marco y que más impacto ha tenido es la **teoría prospectiva** a la que dedicaremos el próximo apartado.

Una segunda preocupación dentro de las teorías no convencionales que está relacionada con la aversión a la pérdida es la **teoría del arrepentimiento** (*regret theory*) propuesta en 1987 por Loomes y Sugden. Se basa en un modelo de preferencias no transitivas e incorpora la *aversión al arrepentimiento* o *remordimiento anticipado* ya que recoge que cuando los individuos se enfrentan a una decisión, pueden anticipar la sensación de remordimiento una vez que se haya resuelto la incertidumbre y, por tanto, incorporar en el modelo el deseo de eliminar o reducir esta posibilidad.

Cuando los individuos se enfrentan a decisiones sobre loterías, los experimentos demuestran que si anticipan el arrepentimiento futuro sus preferencias pueden cambiar. Por ejemplo, cuando se enfrentan a una lotería que les reporta un pago de 40€ con certeza y otra que supone el lanzamiento de una moneda en el que si sale cara gana 100€ o nada si sale cruz, es evidente que la primera opción no solo ofrece la eliminación del riesgo sino que también evita el sentimiento de arrepentimiento puesto que la moneda no será lanzada y por tanto la incertidumbre no será resuelta. Al contrario, si el individuo elige lanzar la moneda y sale cruz, el jugador sentirá arrepentimiento.

En general, estos modelos incorporan un término que mide el arrepentimiento en la función de utilidad el cual depende negativamente del resultado obtenido y positivamente del mejor resultado alternativo una vez resuelta la incertidumbre. Este tipo de preferencias siempre incumple el supuesto de transitividad (Starmer, 2000).

4.3. TEORIA PROSPECTIVA

En 1979 Tversky y Daniel Kahneman publican uno de los artículos que más veces ha sido citado en la revista económica “Econométrica”: “Prospect theory: Decision making under risk” donde se documentan las anomalías de la utilidad esperada y proponen una teoría axiomática fundamentada desde los principios de la psicología para explicar las mismas.

4.3.1 Fundamentos conductuales

La teoría prospectiva surge como respuesta a las críticas a la teoría de la utilidad esperada ampliamente aceptada por los economistas durante más de 250 años. Kahneman y Tversky comienzan presentando los resultados obtenidos en los experimentos de laboratorio que contradicen la teoría clásica, a continuación se resumen los más significativos siguiendo a Levy (1992):

1. Las personas piensan en términos de pérdidas y ganancias en lugar de razonar en términos absolutos, de manera que deciden en función de las desviaciones respecto a un punto de referencia, éste puede ser el “status quo” u otro cualquiera.
2. Los individuos tratan las pérdidas y las ganancias de forma distinta, se ha demostrado que se sitúan en una posición de *aversión al riesgo* ante la mayoría de las ganancias, sin embargo son *riesgo aceptantes* para la mayoría de las pérdidas.
3. Las pérdidas tienen más peso que las ganancias en términos absolutos. Este fenómeno de aversión a la pérdida implica que, en general, los individuos valoran sus posesiones más que aquellos objetos comparables pero que no poseen. Este fenómeno se ha denominado *efecto dotación* (Thaler, 1980). Un ejemplo clásico donde se pone de manifiesto el efecto dotación se describe en un experimento llevado a cabo por Kahneman y Tversky en 1990. En dicho experimento la mitad de los miembros de un grupo recibieron inicialmente como regalo una taza de café, mientras que la otra mitad no recibió nada. Aquellos que poseían la taza debían responder cual sería el precio mas bajo por el que estarían dispuestos a vender la taza, mientras que a aquellos que a los que no se les había entregado la taza debían responder cual sería el precio mas alto que estarían dispuestos a pagar por obtener una.

Los resultados del experimento mostraron que los precios de venta eran mucho más altos (5,79 € de media) que los de compra (2,25 € de media), una proporción de más del doble. Esta diferencia entre la disposición a pagar por algo y la disposición a aceptar ha sido contrastada en multitud de experimentos (Camerer y Loewenstein 2004).

El efecto dotación tiene implicaciones importantes en la teoría de la utilidad esperada, desafía el supuesto de que las preferencias no cambian ante cambios en la formulación del mismo problema de decisión e indiscutiblemente se opone al supuesto de que las preferencias son independientes de las dotaciones iniciales (la preferencia de un individuo entre A y B, puede depender de si A está en su poder o no).

4. Debido a la existencia del efecto dotación y al trato diferenciado de las pérdidas y las ganancias, es crucial identificar el denominado “punto de referencia” o marco de un problema de decisión.
5. Numerosos estudios han demostrado que las personas tienden a sobrevalorar los pagos que se presentan con certeza sobre los pagos que conllevan asociados ciertas probabilidades, es lo que Kahneman y Tversky (1979) denominan *efecto certeza*. Cabe destacar que este fenómeno también explica que los individuos valoren en mayor medida la eliminación completa frente a la reducción del riesgo en igual proporción. Un ejemplo descrito por Quattrone y Tversky (1988) es que las personas están dispuestas a pagar más porque se reduzca el riesgo de una gran pérdida del 10% hasta el 0% que del 20% al 10% aun cuando el cambio en la utilidad esperada es igual (Como se cita en Levy, 1992, p.178). Esta manera de comportamiento contradice sin lugar a dudas la propiedad de la utilidad esperada que dice que las utilidades de cada pago son ponderadas por sus probabilidades.

4.3.2 Síntesis

El modelo que se desarrolla a continuación, hace referencia a la versión modificada por Kahneman y Tversky de la teoría de las perspectivas en 1992, conocida como “cumulative prospect theory” en la cual los autores resuelven algunas de las limitaciones planteadas en la versión original, en particular lo generalizan para loterías con más de dos estados posibles y evitan que los supuestos conduzcan a elecciones inconsistentes en términos de dominancia estocástica en determinadas situaciones (Barberis, 2013).

La propuesta distingue dos fases en el proceso de decisión. La primera de ellas es una fase de elaboración y edición que consiste en un análisis preliminar. La edición conlleva una serie de operaciones mentales a través de las cuales el problema de decisión queda simplificado de tal forma que se eliminan las alternativas dominadas, se identifica el punto de referencia, se redondean las probabilidades, se eliminan aquellas que son muy poco probables y se descartan las alternativas irrelevantes (Kanheman y Tversky 1979).

En una segunda fase, denominada fase de evaluación, se evalúan las loterías previamente editadas en la primera fase y se selecciona la más preferida, es decir, aquella que reporte el valor más alto.

Considerando la siguiente apuesta, con la notación utilizada anteriormente: $\mathbf{l}_a = (x_i, p_i)_{i=1}^K$ y dónde las ganancias (x_i) están ordenadas de menor a mayor de forma que $x_i < x_j$ para $i < j$. Bajo la teoría de la utilidad esperada, una persona evaluará la lotería anterior como:

$$\sum_i p_i \cdot u(W + x_i).$$

Dónde W representa la riqueza inicial y $u(\cdot)$ es una función logarítmica creciente y cóncava si el individuo es averso al riesgo.

Sin embargo, bajo el marco de la teoría de las perspectivas (1992), la valoración vendría dada por:

$$\sum_i w(p_i) \cdot v(x_i).$$

Dónde $v(\cdot)$ se denomina “función valor” y es creciente con $v(0) = 0$, y $w(p_i)$ es la función de ponderación de las probabilidades.

La función valor, representada en la Figura 4.5, presenta una serie de características diferenciadoras en relación con la TUE. En primer lugar, el argumento de la función $v(\cdot)$ es x_i y no $W + x_i$, lo cual supone que los individuos tienen en cuenta las pérdidas y las ganancias con respecto a un nivel de referencia, en lugar de los niveles absolutos de riqueza como propone la TUE.

En segundo lugar, ésta función es cóncava en la región de las ganancias y convexa en la región de las pérdidas, reflejando la aversión al riesgo para las ganancias y la búsqueda de riesgo para las pérdidas.

Por último, esta función es más inclinada en la región de las pérdidas que en la de las ganancias, reflejando la existencia del fenómeno denominado *aversión a la pérdida*, el cual implica que la utilidad marginal de las ganancias decrece más rápido que la desutilidad marginal de las pérdidas.

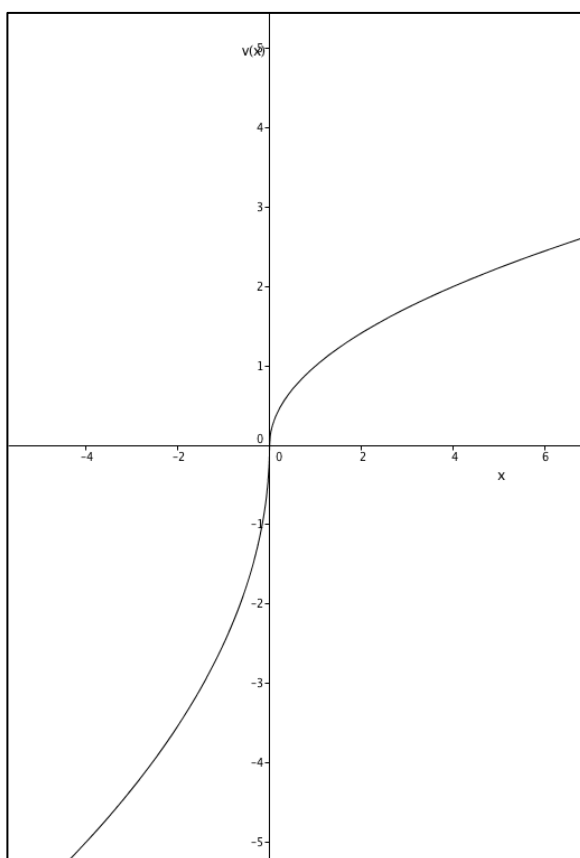


Figura 4.5 Función valor de Tversky y Kahneman 1992

Nota: El gráfico representa la función de valor propuesta por Tversky y Kahneman (1992), es decir $v(x) = x^\alpha$ para $x \geq 0$ y $v(x) = -\lambda(-x)^\alpha$ para $x < 0$, donde x es una ganancia o pérdida en dólares. Los autores estiman $\alpha = 0,88$ y $\lambda = 2,25$ a partir de datos experimentales. El gráfico utiliza $\alpha = 0,5$ y $\lambda = 2,5$ para que la aversión a la pérdida y la disminución de la sensibilidad sean más apreciables.

El segundo componente de la teoría prospectiva es la ponderación de las probabilidades. Los individuos no tienen en cuenta las probabilidades objetivas (p_i) sino que toman decisiones en función de una transformación de las mismas $w(p_i)$ de donde se obtienen los pesos de decisión (π_i).

Esta función transformada tiene como argumento las probabilidades objetivas (p_i) y, tal y como propusieron Kahneman y Tversky en 1992, se trata de una función en la que se sobreponderan las probabilidades bajas mientras que se infraponderan las probabilidades altas (Figura 8).

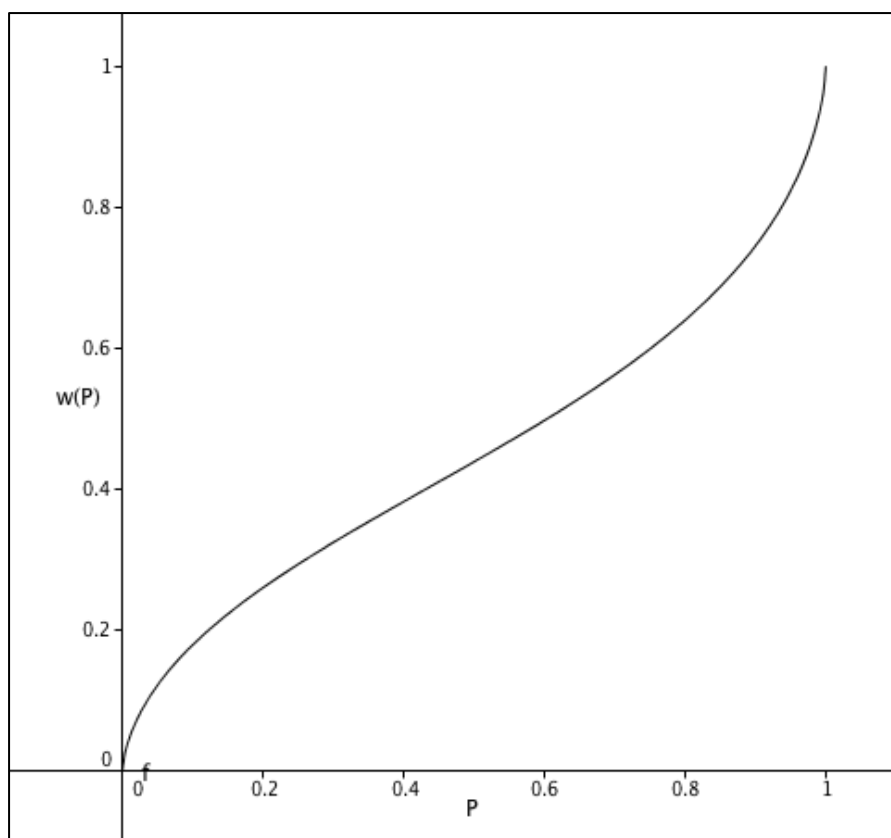


Figura 4.6 Función de ponderación de probabilidades de Kahneman y Tversky 1992

Nota: El gráfico representa la función de ponderación de probabilidades propuesta por Tversky y Kahneman (1992), es decir, $w(P) = P^\delta / (P^\delta + (1-P)^\delta)^{1/\delta}$ donde P es una probabilidad determinada, para dos valores de δ . La línea continua corresponde al $\delta = 0,65$, el valor estimado por los autores a partir de datos experimentales.

4.3.3 Capacidad explicativa

La teoría prospectiva es un modelo de decisión en condiciones de riesgo y como tal, los ámbitos más obvios para buscar aplicación son aquellos en los que las actitudes frente al riesgo juegan un papel central como pueden ser el sector financiero y de seguros.

El mercado de valores es el contexto donde más se ha aplicado la teoría prospectiva. (Como se cita en Barberis, 2013, p.180) Benartzi y Thaler (1995) recurren a ésta teoría y a la aversión al riesgo en particular, para explicar la paradoja de la prima de riesgo (*equity premium puzzle*). La paradoja se refiere al hecho de que el rendimiento medio del mercado de valores, ha superado históricamente el de las Letras del Tesoro por un margen mucho mayor que lo predicho por los modelos tradicionales. Benartzi y Thaler explican este hecho, basándose en que los inversores son aversos a la pérdida, y por tanto, una forma de compensar la alta variabilidad de los retornos anuales del mercado de valores, es asegurar una rentabilidad media significativamente mayor que la de otro activo más seguro.

La teoría prospectiva, también se ha utilizado para explicar cómo los individuos intercambian activos financieros. Existe evidencia empírica de que tanto los inversores individuales como los administradores de fondos mutuos, tienen una mayor propensión a vender aquellas acciones que han aumentado su valor desde la compra, en comparación con aquellas que han perdido valor. Este comportamiento es desconcertante, ya que, en este contexto se ha demostrado que las acciones que recientemente han mejorado, siguen aumentando mientras que las que han bajado, continúan disminuyendo. Según esto, los inversores deberían vender las acciones con un mal desempeño pasado, pero la evidencia demuestra que hacen lo contrario.

La teoría prospectiva explica que esta reticencia a vender acciones que pierden valor está estrechamente relacionada con la convexidad de la función valor en la región de las pérdidas. De manera intuitiva; si una acción cae, el inversor se coloca en la región de las pérdidas y se convierte en amante del riesgo aferrándose a la acción en lugar de venderla.

El mercado de seguros constituye otro sector de la economía donde las actitudes hacia el riesgo juegan un papel central. Como tal, también es un lugar prometedor para buscar aplicaciones de la teoría prospectiva.

Existen numerosas contradicciones relacionados con el mercado de los seguros de vida, siendo la más conocida la paradoja de la renta vitalicia. Como explican Benartzi, Previtro y Thaler, (2011) consiste en el hecho de que, en el momento de la jubilación, las personas asignan una fracción mucho menor de su riqueza a las rentas de seguros vitalicias de la que los modelos normativos sugieren.

Barberis (2013) argumenta que la teoría prospectiva ofrece una forma de entender la razón por la cual las anualidades son tan impopulares. En este ámbito, la gente piensa en una anualidad como una apuesta arriesgada cuya rentabilidad, desconocida en el momento de la jubilación, es el valor presente de los pagos que se reciban antes de la muerte, menos el importe pagado inicialmente. Por lo tanto, si alguien compra una anualidad o renta vitalicia a los 65 años y muere a los 66 años, experimenta un gran "pérdida" ya que el individuo paga una gran cantidad inicial para contratar la anualidad y sin embargo recibe muy poco a cambio. Por el contrario, si esta persona vive hasta la edad de 90, esto representa un gran "ganancia", en el sentido de que recibe más de lo que se pagó inicialmente.

De esta forma, Hu y Scott (2007) demuestran que, si la anualidad se entiende como una apuesta evaluada de acuerdo con la teoría prospectiva, la contratación de una pensión vitalicia resulta poco atractiva puesto que, el individuo es más sensible a la pérdida potencial (si muere pronto) que a la ganancia potencial (si vive mucho tiempo). Se demuestra así que la aversión a la pérdida juega un papel de gran importancia.

La ponderación de las probabilidades también es importante en este contexto, mientras que la probabilidad de morir muy pronto y por lo tanto, recibir una gran pérdida en la anualidad es baja, la ponderación de probabilidad implica que este caso improbable ocupa un lugar preponderante en la mente del decisor.

5. CONCLUSIONES

El objetivo que nos marcamos al iniciar este trabajo era el de revisar el papel de la TUE en tanto que teoría estándar del comportamiento racional en economía. A lo largo del trabajo se ha puesto de manifiesto la existencia de evidencia empírica que pone en entredicho la capacidad explicativa de la TUE en determinados ámbitos. Los desarrollos teóricos que se apoyan en otras ciencias como la psicología, parecen tener una mayor capacidad descriptiva en relación con el comportamiento de los individuos en determinadas situaciones. En ese sentido la teoría prospectiva constituye una alternativa consolidada a la TUE. Además, su planteamiento en relación con la necesidad de supuestos más realistas sobre los determinantes de la toma de decisiones por parte de los agentes económicos, se ha extendido, y ha dado pie al nacimiento de la economía del comportamiento.

La revisión de la interrelación entre evidencia empírica y desarrollos teóricos pone de manifiesto que si bien la TUE sigue teniendo ventajas derivadas de su manejabilidad matemática (lo que facilita el análisis teórico de sistemas sociales) en determinados ámbitos ha de complementarse con otras aportaciones teóricas que tienen una mayor capacidad explicativa.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Abell, P. 2000, "Sociological theory and rational choice theory", *The blackwell companion to social theory*, vol. 2, pp. 223-244.
- Barberis, N. 2013, "Thirty Years of Prospect Theory in Economics: A Review and Assessment", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 27, pp. 173–196.
- Benartzi, S, Previtro, A y Thaler, R. 2011, "Annuity Puzzles." *Journal of Economic Perspectives*, vol. 25: 143 – 64.
- Camerer y Lowenstein, 2004, *Behavioral economics: Past, present, future*, Princeton: Princeton University Press.
- Hu, Wei-Yin, y Jason, Scott. 2007. "Behavioral Obstacles in the Annuity Market." *Financial Analysts Journal* 63(6): 71– 82
- Kahneman, D. y Frederick, S. 2002, "Representativeness revisited: Attribute substitution in intuitive judgment", *Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment*, vol. 49.
- Kahneman, D., Knetsch, J.L. y Thaler, R.H. 1991, "Anomalies: The Endowment Effect, Loss Aversion, and Status Quo Bias", *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 5, pp. 193-206.
- Levy, J. 1992, "An Introduction to Prospect Theory", *Political Psychology, Special Issue: Prospect Theory and Political*, vol. 13, no. 2, pp. 171-186.
- Levin, J. 2006, "Choice under uncertainty", *Lecture Notes*, .
- Persky, J. 1995, "Retrospectives: The Ethology of Homo Economicus", *The Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, no. 2, pp. 221-231.
- Rabin, M. 2000, "Risk Aversion and Expected-Utility Theory: A Calibration Theorem", *Econometrica*, vol. 68, no. 5, pp. 1281-1292.
- Read, D. 2004, *Utility theory from Jeremy Bentham to Daniel Kahneman*, The London School of Economics and Political Science, 2004, Houghton Street London WC2A 2AE.
- Samet, D. 2008, *The sure-thing principle and independence of irrelevant knowledge*, The Faculty of Management, Tel Aviv University.
- Slovic, P. 1995, "The construction of preference.", *American psychologist*, vol. 50, no. 5, pp. 364.

Sorando Muzás, J.M. , *El origen de la probabilidad*.

Disponible: http://www.catedu.es/matematicas_mundo/HISTORIA/historia_Pascal.htm
2016, 08/03].

Starmer, C. 2000, "Developments in non-expected utility theory: The hunt for a descriptive theory of choice under risk", *Journal of economic literature*, vol. 38, no. 2, pp. 332-382.

Streb, J.M. 2010, *Historia del pensamiento económico* [Homepage of Universidad del CEMA], [Online].

Székely, G. y Richards, D. 2004, "The St. Petersburg Paradox and the Crash of High-Tech Stocks in 2000", *American Statistical Association*, vol. 58, no. 3, pp. 225-231.

Thaler, R. 1980. Toward a positive theory of consumer choice. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1, 39-60.

Tversky, A. y Kahneman. 1974, "Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases", *Science, New Series*, vol. 185, no. No. 4157, pp. 1124-1131.

Tversky, A. y Kahneman, D. 1992, "Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty", *Journal of Risk and Uncertainty*, vol. 5, pp. 297-323.

Wu, G. y Gonzalez, R. 1998, "Common Consequence Conditions in Decision Making under Risk", *Journal of Risk and Uncertainty*, vol. 16, pp. 115–139.