

Aplicación de la teoría de la prospectiva a las finanzas: hacia un nuevo paradigma

José A. Gómez-Limón

Catedrático de Economía Financiera y Contabilidad
Facultad de Derecho y Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad de Córdoba

Resumen. Este artículo pretende introducir al lector en la teoría de la prospectiva, fundamento teórico de la nueva economía del comportamiento. La teoría de la prospectiva es una generalización de la clásica teoría de la utilidad esperada, desarrollada gracias a diversas aportaciones procedentes de la psicología y que permite explicar mejor cómo los agentes económicos toman sus decisiones. Esta teoría se ha aplicado con éxito en el campo de la economía y las finanzas, como por ejemplo para explicar el funcionamiento de los mercados financieros. Por este motivo, el conocimiento de las novedades de esta corriente económica y la aplicación de sus postulados al día a día de la gestión de la empresa pueden suponer una ventaja competitiva para los actuales directivos, en la medida que puede mejorar su desempeño profesional.

1 Introducción

La economía es una ciencia social, en la medida que estudia el comportamiento del ser humano en relación con el uso de los recursos escasos. En este sentido, desde los orígenes de la disciplina en el siglo XVIII, todo su desarrollo se ha basado en un supuesto básico; el ser humano toma decisiones y actúa como agente económico persiguiendo la maximización de su satisfacción personal, satisfacción que los economistas llamamos *utilidad*. En consecuencia, el análisis de las preferencias de los consumidores, el comportamiento de las empresas y el funcionamiento de los mercados abordado por esta ciencia se han fundamentado en el principio de que el ser humano es *perfectamente racional* ante los estímulos económicos, siendo capaz de procesar adecuadamente *toda la información* disponible, y tomando sus decisiones con el único objetivo de *maximizar su nivel de utilidad*. En definitiva, el desarrollo de la economía se ha basado en la equiparación de los seres humanos de carne y hueso con un virtual ser al que se le ha denominado *homo oeconomicus*, que se comporta según los criterios básicos antes comentados.

Cualquier observador mundano podría poner en duda la existencia real de individuos que se comporten como haría un *homo oeconomicus*. Constatando la evidencia empírica del día a día, cualquiera sabe que las decisiones reales de los seres humanos, también en temas económicos, cuentan con ciertas dosis de pasión y se realizan desconociendo parte de la información relevante, lo cual se traduce en que difícilmente las decisiones tomadas son completamente óptimas (es decir, no maximizan la función de utilidad). A pesar de ello, bajo este supuesto de comportamiento racional y optimizador de los agentes económicos, el desarrollo de la ciencia económica durante el siglo XX ha sido espectacular, sirviéndose para ello de todo un complejo aparato matemático con que trata de explicar y simular los comportamientos de estos humanoides virtuales. Así, a día de hoy, todos los manuales de economía que manejan los estudiantes universitarios de ciencias económicas y empresariales reflejan el paradigma económico resultante de este desarrollo.

A pesar de que la economía se sigue desarrollando mayoritariamente bajo el paradigma tradicional antes comentado, han existido prominentes economistas que han señalado sus limitaciones, indicando nuevas líneas de trabajo para tratar de superarlas, al objeto de permitir una mejor comprensión de los procesos económicos y, con ello, la realización de predicciones más certeras. A continuación se señalan los economistas más relevantes en este sentido, aquellos que han sido galardonados con el premio Nobel de Economía.

Herbert Simon fue uno de los economistas pioneros en dudar de la veracidad de la hipótesis básica de la economía, por la cual los agentes tienden a optimizar los resultados de sus comportamientos. Según este autor, los procesos de toma de decisiones por los agentes económicos (consumidores, empresarios, sector público) en el mundo real se desarrollan en un contexto de *racionalidad limitada*. Así, estos agentes no pretenden buscar una solución óptima; de hecho, aunque desearan hacerlo así, el coste de informarse sobre todas las alternativas y la incertidumbre sobre el futuro lo harían imposible. En este tipo de contextos decisionales complejos los agentes buscan simplemente una solución que les garantice una *mínima satisfacción* (Simon, 1979). Estas aportaciones

fueron reconocidas por la Academia Sueca, que le otorgó el Premio Nobel de Economía de 1978 “por su investigación pionera en el proceso de adopción de decisiones en las organizaciones económicas”.

En el año 2002 el Premio Nobel de Economía fue concedido a *Daniel Kahneman* “por integrar aspectos de la teoría psicológica sobre el comportamiento económico del ser humano en momentos de incertidumbre”. Este autor, en colaboración con *Amos Tversky* (quien hubiera recibido también este galardón de no haber fallecido en 1996), formuló una nueva teoría sobre la toma de decisiones por el ser humano, la *prospect theory* o *teoría de la prospectiva* (Kahneman y Tversky, 1979; Tversky y Kahneman, 1992), que permite explicar racionalmente muchas de las decisiones de los agentes económicos que la clásica teoría de la utilidad esperada no puede. Esta nueva teoría ha dado lugar a una nueva rama de la economía y de las finanzas, denominadas economía y finanzas del “comportamiento” (*behavioral economics* y *behavioral finance*, respectivamente). Ambas ramas han irrumpido con fuerza, y están teniendo un enorme desarrollo en los últimos años, como prueban los innumerables trabajos que se fundamentan en la misma (Barberis, 2013), así como la concesión del último premio Nobel de Economía (año 2017) a *Richard Thaler*, colaborador de Kahneman y Tversky, “por sus contribuciones a la economía del comportamiento”.

La aparición de la *teoría de la prospectiva* ha supuesto una ruptura con el paradigma tradicional de la teoría económica, y aspira ya a constituirse en el núcleo central de una nueva teoría económica caracterizada por un carácter netamente positivo. Efectivamente, la teoría económica clásica se caracteriza por tener ciertas dosis normativas, en la medida que establece *a priori* cómo deben comportarse los agentes económicos para ser “racionales” (maximizadores de la utilidad esperada), sin contar con la necesaria evidencia empírica que confirme que los decisores reales se comporten así. Por el contrario, la economía del comportamiento se basa en las evidencias de cómo los seres humanos toman sus decisiones en el mundo real, y sobre tales evidencias trata de explicar el comportamiento de los agentes económicos y de los mercados.

Dentro de este contexto de “guerra” entre paradigmas económicos (economía clásica frente a economía del comportamiento), este artículo tiene un doble objetivo. En primer lugar, este trabajo trata de explicar de manera resumida los fundamentos teóricos de la nueva economía del comportamiento; la *teoría de la prospectiva* que, en gran medida, es desconocida por los economistas y directivos ajenos al ámbito académico, puesto que esta corriente económica es ignorada por los actuales manuales de economía y dirección de empresas. En segundo lugar, en este documento se describen las soluciones aportadas a la luz de esta nueva teoría a las principales “paradojas” o “puzles” existentes hasta ahora en el ámbito de las finanzas; esto es, evidencias del mundo real que no podían explicarse racionalmente por el paradigma económico tradicional, pero que la nueva economía del comportamiento sí ha podido describir de manera científica. Con la descripción de estas paradojas y puzles se trata de evidenciar la superioridad de la nueva economía del comportamiento frente a la economía clásica.

La “guerra” entre paradigmas económicos no ha terminado, y los defensores y detractores de uno y otro siguen trabajando para defender sus tesis. En todo caso, parece que el paradigma de la economía del comportamiento va tomando la delantera, puesto que es más exitosa al explicar la realidad económica y financiera. Este trabajo, por tanto, pretende ser un avance de las explicaciones que deberán incluirse en un futuro próximo en los manuales de economía si, como se prevé actualmente, el paradigma de la economía del comportamiento acaba triunfando sobre la economía clásica.

2 La toma de decisiones: fundamentos de la teoría de la prospectiva

2.1 La teoría de la utilidad esperada

El modelo de decisión racional de los agentes en el que se basa la economía clásica es la teoría de la utilidad esperada (en adelante, TUE). Esta teoría tiene su origen en el siglo XVII, desarrollándose a través de la teoría de juegos, la cual ha tratado de valorar diferentes tipos de apuestas mediante el uso de la estadística.

Comencemos con un ejemplo sencillo. Supongamos que le ofrecen jugar a un juego bastante simple, consistente en tirar un dado cuyas caras están numeradas del 1 a 6. Este juego le permitirá ganar un euro si sale el 1, dos euros si sale el 2, y así sucesivamente hasta el 6. La pregunta sería, ¿cuánto estaría dispuesto a pagar por participar en este juego? La teoría de juegos tiene una respuesta sencilla, que todo lector seguramente intuya y que puede formalizarse mediante la siguiente expresión:

$$UE(x_1, p_1; \dots; x_n, p_n; \dots; x_N, p_N) = \sum_{n=0}^N p_n x_n \quad (1)$$

donde UE es el valor del juego, $(x_1, p_1; \dots; x_n, p_n; \dots; x_N, p_N)$ representa la lotería a la que se enfrenta el jugador, y donde x_n es el ‘premio’ o resultado asociado al evento n , que tiene una probabilidad de ocurrencia p_n . Esta

expresión asume que el valor del juego se corresponde con la *esperanza matemática* del mismo, concepto que los economistas han asimilado a la *utilidad esperada* (UE).

En el caso de nuestro sencillo ejemplo, el resultado sería:

$$UE\left(1\text{€}, \frac{1}{6}; 2\text{€}, \frac{1}{6}; \dots 6\text{€}, \frac{1}{6}\right) = \frac{1}{6} \times 1\text{€} + \frac{1}{6} \times 2\text{€} + \frac{1}{6} \times 3\text{€} + \frac{1}{6} \times 4\text{€} + \frac{1}{6} \times 5\text{€} + \frac{1}{6} \times 6\text{€} = 3,50\text{€} \quad (2)$$

A pesar de la sencillez y rigor estadístico de este enfoque, pronto surgieron “paradojas” que no podían ser explicadas mediante esta forma de medir la utilidad esperada. Quizá el ejemplo más conocido sea el descrito por el siguiente juego: se lanza una moneda al aire; si sale cara el jugador continúa tirando, hasta que sale la primera

cruz, momento en el que el juego termina. Si esa cruz ha salido en la tirada n , el premio es de 2^n euros. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar el lector por participar en este juego? Aplicando la expresión (1) el resultado al que llegamos resulta sorprendente y poco realista:

$$UE\left(2\text{€}, \frac{1}{2}; 4\text{€}, \frac{1}{4}; \dots 2^n\text{€}, \frac{1}{2^n}; \dots\right) = \frac{1}{2} \times 2\text{€} + \frac{1}{2^2} \times 2^2\text{€} + \dots + \frac{1}{2^n} \times 2^n\text{€} + \dots = \infty\text{€} \quad (3)$$

Efectivamente, el valor esperado de este juego tiene un valor infinito. Sin embargo, muy pocos estarían dispuestos a pagar sumas elevadas (p. ej., superiores a 10 euros) por participar en este juego. Se trata esta de una “paradoja” que no pudo explicarse hasta 1738, cuando *Daniel Bernoulli* publicó la solución en las Actas de la Academia de Ciencias de San Petersburgo (por este motivo esta se conoce como la “paradoja de San Petersburgo”). La idea de Bernoulli era simple, pero brillante, y consistía en considerar que el valor del dinero para los individuos no era lineal. Esto quiere decir que el doble de ganancia no implica necesariamente el doble de satisfacción personal (utilidad), sino que normalmente la utilidad del dinero va disminuyendo a medida que aumenta su cantidad (utilidad marginal decreciente en la jerga de los economistas). Así, la expresión (1) debería ser modificada de la siguiente manera:

$$UE(x_1, p_1; \dots x_n, p_n; \dots x_N, p_N) = \sum_{n=0}^N p_n u(x_n) \quad (4)$$

donde $u(x_n)$ es la *función de utilidad*, una función no lineal que convierte las unidades monetarias (x_n) en unidades de satisfacción personal o utilidad.

El lector podrá coincidir en que el concepto de la función de utilidad es ciertamente abstracto, pues no es observable directamente. En cualquier caso, dada la importancia capital de la misma, los economistas han tratado de formular la utilidad matemáticamente mediante diferentes tipos de funciones que cumplan las dos condiciones básicas que se asumen a dicha función. En primer lugar, debe ser una función monótonamente creciente ($u'(x_n) \geq 0$), puesto que todos los individuos obtendrán más utilidad a medida que se incremente la cantidad de dinero. En segundo lugar, debe mostrar una utilidad marginal decreciente ($u''(x_n) \leq 0$), ya que es indiscutible que la utilidad del dinero para el individuo va disminuyendo a medida que aumenta la cantidad de dinero. Por este motivo, la utilidad se ha asociado a funciones de tipo potencial, exponencial o logarítmico, al reunir todas ellas las dos condiciones matemáticas antes comentadas.

Por ejemplo, asumamos que la función de utilidad tiene una forma potencial: $u(x_n) = x_n^{1-r}$, siendo r el coeficiente de aversión relativa al riesgo del individuo. En este caso, el valor que toma la UE del juego de San Petersburgo (expresión 3) toma la siguiente forma:

$$\begin{aligned} UE\left(2\text{€}, \frac{1}{2}; 4\text{€}, \frac{1}{4}; \dots 2^n\text{€}, \frac{1}{2^n}; \dots\right) &= \frac{1}{2} \times u(2) + \frac{1}{2^2} \times u(2^2) + \dots + \frac{1}{2^n} \times u(2^n) + \dots = \\ &= \frac{1}{2} \times 2^{1-r} + \frac{1}{2^2} \times 2^{2(1-r)} + \dots + \frac{1}{2^n} \times 2^{n(1-r)} + \dots = -\frac{2^{-r}}{2^{-r}-1} \end{aligned} \quad (5)$$

Según la expresión anterior, si un individuo estuviese dispuesto a pagar 20 euros por participar en este juego, el valor que tomaría el coeficiente r en su función de utilidad personal sería 0,07, mientras que si su disposición a pagar fuese de sólo 5 euros, este coeficiente definitorio de su utilidad personal sería 0,26. Incluso puede haber individuos que no estén dispuestos a pagar más de 0,5 euros por participar en el juego; su función de utilidad se

ajustaría con un valor r igual a 1,6. De esta manera, la disposición al pago por participar en el juego permite conocer la forma exacta de la función de utilidad de cada individuo, una vez determinado el valor de r , parámetro que mide la *aversión relativa al riesgo*. A mayor valor de r , se dice que los individuos son más aversos al riesgo.

La expresión (4) es la base de la TUE, contemplada en los trabajos de *John von Neumann y Oskar Morgenstern* a mediados del siglo XX (von Neumann y Morgenstern, 1944). Así se asume que los decisores valorarán todos los juegos o loterías alternativas a su alcance, y elegirán aquel juego que les proporcione mayor utilidad esperada. Esta modelización de la toma de decisiones ha servido de base para todos los desarrollos teóricos realizados hasta la fecha dentro de la economía clásica orientados a analizar y simular el comportamiento de los agentes económicos y de los mercados.

Llegados a este punto, puede que todavía algún lector se pregunte qué tienen que ver la teoría de juegos y la toma de decisiones económicas (p. ej., las empresariales). Por este motivo, antes de continuar es importante que todos los lectores comprendan que la mayoría de las decisiones que toman los agentes económicos se ajustan a “juegos”, en la medida que el resultado de tales decisiones no se conoce con certeza, dado que se toman en contexto de incertidumbre. Así, las decisiones económicas se ajustan normalmente a procesos estocásticos donde

existen varios resultados posibles (x_n), cada uno de los cuales con una probabilidad de ocurrencia concreta (p_n). Así por ejemplo, cuando un empresario se plantea una inversión en activos reales (p. ej., la construcción de una nueva planta industrial), la rentabilidad futura de la misma medida en términos de tasa interna de rendimiento (TIR) es incierta. El inversor, en un primer análisis, puede estimar que bajo circunstancias “normales” la rentabilidad de la inversión puede ser del 15%, pero sabe que la rentabilidad real de esta inversión se ajusta a una variable aleatoria con una función de distribución que tiene como media el 15% calculado para las circunstancias “normales”, pero que esta puede tomar valores superiores e inferiores a este valor “más probable”. Por este motivo, se suele realizar el correspondiente análisis de sensibilidad, procedimiento por el cual el inversor explora la función de distribución de la rentabilidad del proyecto, acotando dicha rentabilidad entre el escenario “más desfavorable” (supongamos, por ejemplo, que es del -10%) y el “más favorable” (por ejemplo, del +25%). Con esta información, el inversor podrá calcular la utilidad esperada del proyecto en términos de rentabilidad siguiendo la expresión (4), y tomar así la decisión más adecuada.

2.2 Limitaciones de la TUE

Apliquemos la TUE a un juego con el que casi todos estamos familiarizados, como es el sorteo de la Lotería de Navidad. Como es conocido, este sorteo cuenta con 100.000 números (del 0 al 99.999), los cuales tienen la misma probabilidad ($p_n=0,00001$) de ser extraídos del bombo para así poder obtener el primer premio (el “gordo” con un premio de 20.000 euros por cada euro jugado), el segundo premio (premio de 6.250 euros por cada euro jugado) o el tercer premio (premio de 2.500 euros por cada euro jugado), al igual que dos cuartos premios y ocho quintos premios (véase en <http://www.laloterianavidad.com/sorteo-navidad/>). Además, hay que tener en cuenta que existen números agraciados con 1.794 “pedreas” (premio de 5 euros por cada euro jugado), diversas terminaciones y 9.999 reintegros (premio de 1 euro por cada euro jugado). Aplicando la expresión (4) el valor de un décimo (juego de 20 euros) sería como sigue:

$$\begin{aligned}
 UE &= UE[1^{er} \text{ premio}] + UE[2^{o} \text{ premio}] + UE[3^{er} \text{ premio}] + \dots + UE[\text{reintegros}] = \\
 &= u(20 \times 20.000) \times 0,00001 + u(20 \times 6.250) \times 0,00001 + u(20 \times 2.500) \times 0,00001 \quad (6) \\
 &+ \dots + 9.999 \times u(20 \times 1) \times 0,00001
 \end{aligned}$$

Asumamos, como suele hacerlo la literatura especializada, que la función de utilidad de los individuos tiene una forma potencial ($u(x_n) = x_n^{1-r}$), siendo r , como ya se ha comentado, el coeficiente de aversión relativa al riesgo del individuo. En este caso el valor que toma la UE del décimo de la lotería depende del coeficiente r , tal y como se observa en la Figura 1.

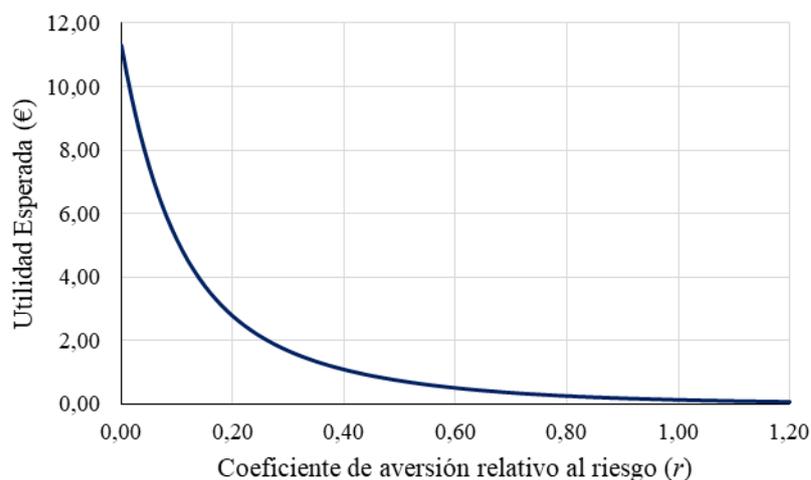


Figura 1. Utilidad esperada de un décimo de lotería de Navidad en función del grado de aversión al riesgo

Aunque la aversión al riesgo varía entre los individuos, la evidencia demuestra que el coeficiente r se sitúa normalmente entre 0,5 (ligera aversión al riesgo) y 4 (aversión al riesgo extrema) (Gollier, 2004, p.31). Así, se aprecia claramente que la UE o valor del décimo que se vende por 20 euros no llegaría, ni en el mejor de los casos (para un individuo neutral al riesgo, $r=0$), a los 12 euros. De este análisis cabría deducir que, según los postulados de la TUE, ningún individuo mínimamente racional compraría décimos de Lotería de Navidad. Este sencillo ejemplo, al igual que otros muchos, constata que esta teoría de la decisión no es capaz de explicar el comportamiento real de los individuos.

No fue hasta 1953 cuando el economista francés *Maurice Allais* (Premio Nobel de Economía de 1988) demostró que los supuestos de partida de la TUE no eran realistas (Allais, 1953). Esta circunstancia la evidenció mediante diversos experimentos, en los que se comprobó que cuando las probabilidades de los resultados alternativos en distintos juegos cambiaban del 1% al 0% o del 99% al 100% no producían los mismos efectos en las decisiones que cuando dichas probabilidades cambiaban, digamos, del 45% al 46%. Esta evidencia resultaba incompatible con los axiomas básicos de la TUE, poniendo en duda su capacidad para analizar la toma de decisiones de los agentes económicos.

Desde los trabajos de Allais, otros muchos autores han aportado nuevas evidencias de cómo los decisores violan de forma sistemática los axiomas en los que se basa la TUE, haciendo incorrectas predicciones del comportamiento humano (para una revisión completa, véase Starmer, 2000). A pesar de la acumulación de anomalías que la TUE no era capaz de explicar, hubo que esperar hasta 1979 para que comenzaran a formularse teorías alternativas capaces de predecir adecuadamente las decisiones de los agentes económicos. Entre ellas cabe destacar la teoría de la prospectiva ya mencionada, propuesta originalmente por Kahneman y Tversky en 1979 (Kahneman y Tversky, 1979) y posteriormente revisada tomando el nombre de teoría de la prospectiva acumulada (*cumulative prospect theory*, Tversky y Kahneman, 1992). otras teorías igualmente relevantes son la utilidad esperada generalizada (*generalized expected utility*, Machina, 1982), la utilidad esperada dependiente de rangos (*rank-dependent expected utility*, Quiggin, 1982) y la teoría del arrepentimiento (*regret theory*, Loomes y Sugden, 1982). de todas estas teorías, según la evidencia empírica existente, es la primera (la teoría de la prospectiva) la que mejores predicciones hace de las decisiones de los agentes económicos (Hey y Orme, 1994; Loomes et al., 2002).

2.3 La teoría de la prospectiva

La teoría de la prospectiva (en adelante, TP) nació fruto de la colaboración entre dos psicólogos: Kahneman y Tversky. Esta colaboración se inició en los años cincuenta del pasado siglo en el seno del ejército israelí, donde el primero trabajaba como psicólogo y el segundo como capitán de paracaidistas¹. Como psicólogos de formación, el reto inicial de estos autores no era otro que tratar de modelizar cómo las personas se comportan y toman sus decisiones en contextos y situaciones reales. Así, la TP es una teoría puramente positiva (esto es,

¹ Para el lector interesado en conocer el entorno militar que dio origen a la TP, es recomendable la lectura del artículo de divulgación realizado por Kevin McKean y Lidia Pla Mori, titulado "La ciencia de tomar decisiones. Kahneman y Tversky", publicado en el número de septiembre de 1985 de la revista *Algo*.

basada en la evidencia empírica), a diferencia de la teoría económica tradicional, que de manera normativa asume que los individuos se comportan con la racionalidad ya comentada del *homo oeconomicus*.

La TP fue formalmente presentada a través de la publicación del artículo titulado “Prospect theory: An analysis of decision under risk” en la prestigiosa revista *Econometrica* (Kahneman y Tversky, 1979). En dicho artículo estos autores presentaron la TP como alternativa a la TUE a la hora de valorar juegos o loterías en contexto de riesgo. Así, de forma similar a la TUE, según la TP el valor de cualquier juego se puede calcular como una media ponderada de los diferentes resultados alternativos:

$$V(x_1, p_1; \dots; x_n, p_n; \dots; x_N, p_N) = \sum_{n=0}^N \pi(p_n) v(x_n) \quad (7)$$

donde $v(x_n)$ es la función de valor² de los resultados del juego, y $\pi(p_n)$ es la función de ponderación de las probabilidades de ocurrencia asociadas a cada resultado, que transforma las probabilidades objetivas en pesos decisionales³. De esta manera, de igual forma que en la TUE, los decisores valorarán todos los juegos o loterías a su alcance, y optarán por aquel juego que tenga un mayor valor según la expresión anterior.

En cualquier caso, la TP presenta cuatro importantes diferencias respecto a la TUE, todas ellas fundamentadas en evidencias documentadas previamente en el ámbito de la psicología. La primera de ellas es que, para la TP, los decisores evalúan los resultados de los juegos en términos de *ganancias* y *pérdidas respecto a un punto de referencia* (x_0), que normalmente se corresponde con la situación actual o *status quo*.

En segundo lugar, la TP considera que los individuos muestran *sensibilidad decreciente*; es decir, que el impacto de las variaciones en los resultados (x_n) disminuye a medida que aumenta la distancia respecto al punto de referencia. Esta circunstancia indica que, a medida que se incrementa la cuantía de las ganancias o de las pérdidas, la importancia de una unidad monetaria adicional de las mismas es cada vez menor. Este hecho provoca que los decisores sean aversos al riesgo cuando se trata de decidir en el dominio de ganancias ($x_n \geq x_0$). Esto quiere decir que, en materia de ganancias, los individuos son conservadores y prefieren una ganancia cierta a otra mayor pero hipotética. Traducido de manera vulgar, este hecho se corresponde con el dicho popular “*más vale pájaro en mano que ciento volando*”. Por el contrario, los individuos se vuelven amantes del riesgo cuando analizan sus decisiones en el dominio de pérdidas ($x_n \leq x_0$). Por este motivo, a los individuos no les importa arriesgarse a sufrir grandes pérdidas si con ello se evita una pérdida menor pero cierta. Traducido igualmente de manera vulgar, este hecho se corresponde con el dicho popular “*de perdidos, al río*”.

La traducción matemática de la sensibilidad decreciente es que la función de valor es cóncava para el dominio de ganancias ($v''(x_n) \leq 0$) y convexa para el dominio de pérdidas ($v''(x_n) \geq 0$). La Figura 2 ilustra gráficamente este hecho cuando el valor de referencia x_0 se considera igual a 0.

² La función de valor en la TP presenta el mismo papel que la función de utilidad en la TUE, excepto que la primera se define en términos de ganancias o de pérdidas respecto a un nivel de referencia, y la segunda se establece en función de la riqueza total del individuo.

³ En el caso particular que $\pi(p_n) = p_n$, entonces las probabilidades objetivas no se transforman, y la TP equivaldría a la TUE. Así pues, la TUE no es más que un caso particular de la TP.

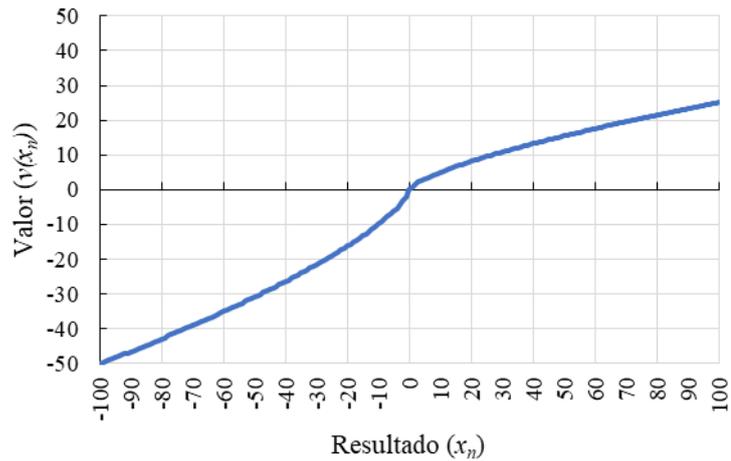


Figura 2. Función de valor de la TP en el dominio de pérdidas ($x_n \leq 0$) y en el dominio de ganancias ($x_n \geq 0$)

En tercer lugar, la TP considera asimismo que los individuos presentan *aversión a las pérdidas*; esto es, que se ven más afectados (negativamente) por una pérdida que (positivamente) por una ganancia de cuantía equivalente ($v'(x_n) < -v'(-x_n)$). Por este motivo, la mayoría de individuos rechazan una apuesta que les ofrezca ganar o perder la misma cantidad con una probabilidad del 50%, pues las pérdidas duelen más que lo que alegran ganancias de igual importe. Esta circunstancia se traslada a la función de valor de la TP considerando una mayor pendiente de esta en el dominio de pérdidas que en el de ganancias, tal y como también puede observarse en la Figura 2.

Una manifestación directa de la aversión al riesgo es el denominado *efecto posesión (endowment effect)*; en general, los individuos exigen una cantidad de dinero mucho mayor por vender algún activo que ya poseen (al considerarlo como una “pérdida”), que lo que estarían dispuestos a pagar por adquirirlo (al considerarlo como una “ganancia”).

La cuarta y última de las diferencias respecto a la TUE es que la TP considera una *función de ponderación de probabilidades* $\pi(p_n)$ que transforma las probabilidades objetivas en probabilidades subjetivas o pesos decisionales. Esta función trata de reflejar el comportamiento habitual de los individuos, que sistemáticamente perciben las probabilidades objetivas de forma sesgada, infravalorando las probabilidades medias y altas y sobrevalorando las probabilidades bajas. Por este motivo, los pesos decisionales empleados en la TP se obtienen utilizando una transformación no lineal de la escala de probabilidades. La Figura 3 ilustra la relación que la TP supone entre las probabilidades objetivas (línea gris) y los pesos decisionales (línea azul). Así, en un primer tramo de probabilidades bajas se aprecia que los pesos decisionales son mayores que las probabilidades objetivas. Sin embargo, a medida que estas probabilidades crecen, y para todo el tramo central de probabilidades, los pesos decisionales pierden sensibilidad (pendiente), provocando que las probabilidades acumuladas sean superiores a los pesos acumulados. Finalmente, para valores de la probabilidad acumulada muy elevados, se recupera la sensibilidad inicial de los pesos decisionales, que son atraídos por el imán del denominado *efecto certeza*.

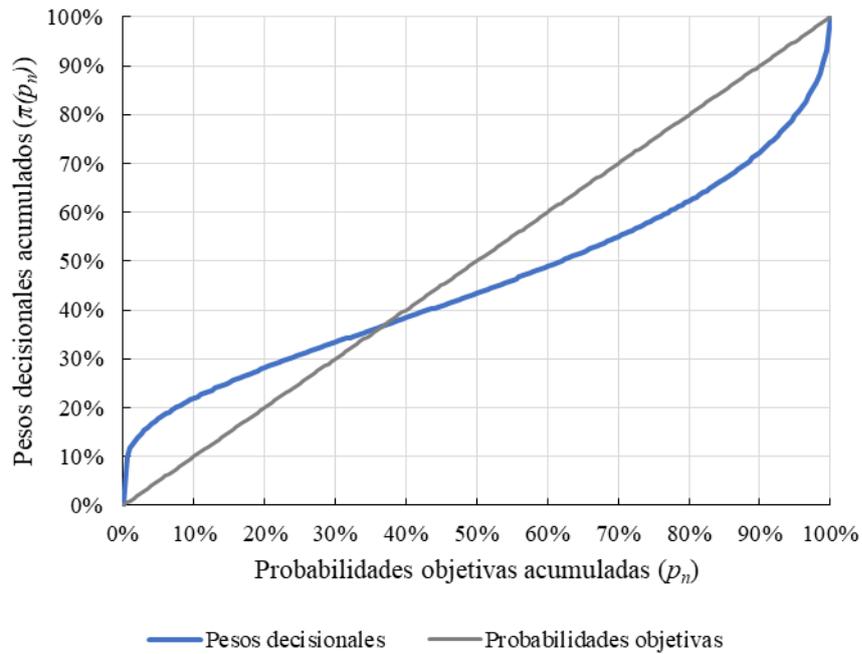


Figura 3. Relación entre probabilidades objetivas p_n y pesos decisionales $\pi(p_n)$

La inclusión de la función de ponderación de probabilidades $\pi(p_n)$ en la TP permite que, a diferencia de la TUE, se puedan explicar decisiones de los individuos cuando estos se enfrentan a probabilidades objetivas pequeñas, tal y como ocurre en la *paradoja de Allais* o la compra de lotería que antes se utilizó como ejemplo ilustrativo de las limitaciones de la teoría clásica.

Con los fundamentos expuestos arriba, la TP se ha aplicado empíricamente en diversos ámbitos decisionales, empleando funciones de valor $v(x_n)$ con formulaciones similares a la TUE. En cualquier caso, debe afirmarse que la mayoría de autores que han empleado la TP se han sentido atraídos por la forma potencial (Tversky y Kahneman, 1992; Wakker y Tversky, 1993), ya que esta ha evidenciado los mejores resultados predictivos en los experimentos llevados a cabo (Birnbaum et al., 1999; Camerer y Ho, 1994; Stott, 2006). Así, diferenciando la función de valor entre los dominios de ganancias y de pérdidas, cabría expresar esta función de valor como sigue:

$$v(x_n) = \begin{cases} v(x_n) = (x_n - x_0)^{1-r_g}, & \text{si } x_n \geq x_0 \text{ (ganancias)} \\ v(x_n) = -\lambda (x_0 - x_n)^{1-r_p}, & \text{si } x_n < x_0 \text{ (pérdidas)} \end{cases} \quad (8)$$

donde $v(x_n)$ es la función de valor, x_0 es el punto de referencia, r_g y r_p son los coeficientes de aversión relativa al riesgo en los dominios de ganancias y pérdidas, respectivamente, y λ es el parámetro de aversión al riesgo, que provoca que la pendiente en el dominio de pérdidas sea más elevada, reflejando que los individuos se ven más afectados por las pérdidas que por las ganancias.

Por su parte, la función de ponderación de las probabilidades de ocurrencia ($\pi(p_n)$) ha sido ampliamente discutida en la literatura, proponiéndose diversas formas funcionales. Stott (2006) ha revisado el funcionamiento de las mismas en diferentes trabajos empíricos, señalando que la especificación que mejor se ajusta a la toma de decisión real de los individuos es la propuesta por Prelec (1998):

$$\pi(p) = e^{-s(-\ln p)^z} \quad (9)$$

donde s es un parámetro que controla la sensibilidad decreciente para valores elevados de p , y z es otro parámetro que determina la curvatura de la función de los pesos decisionales.

Finalmente, cabe comentar que la TP original enunciada en 1979 (Kahneman y Tversky, 1979) fue criticada porque su implementación podía provocar la elección de soluciones dominadas cuando esta se aplicaba a juegos

con muchas alternativas (Fennema y Wakker, 1997; Tversky y Kahneman, 1992). Esta debilidad operativa de la TP estaba causada porque en estos casos las probabilidades de ocurrencia de los resultados alternativos son usualmente pequeñas y, por tanto, todos ellos eran sobrevalorados ($\pi(p_n) > p_n$), haciendo que la suma de pesos decisionales fuera superior a la unidad ($\sum_{n=0}^N \pi(p_n) > 1$). Por este motivo, la TP original no podía extenderse con garantías a juegos con numerosos resultados y mucho menos a juegos con resultados continuos (Wakker, 2010, p. 275).

La limitación anterior exigió una revisión de la teoría inicial. Así, Tversky y Kahneman (1992) presentaron una nueva versión de la TP que, manteniendo sus bases conceptuales tal y como se ha explicado arriba, integraba probabilidades acumuladas para la transformación de las probabilidades objetivas en pesos decisionales, de forma semejante a como propuso anteriormente Quiggin (1982). Esta evolución o nueva versión de la TP es igualmente conocida como *teoría de prospectiva acumulada*⁴. De esta manera, la TP se ha consolidado como teoría explicativa de la toma de decisiones, superando las limitaciones detectadas en la versión original, y posibilitando su extensión a juegos con cualquier número de resultados, incluyendo aquellos de carácter continuo.

3 Nueva visión de las finanzas desde la teoría de la prospectiva

3.1 Retos de la aplicación de la TP en el ámbito de la economía financiera

A pesar de que ya han pasado más de treinta años desde la publicación de la TP, las aplicaciones empíricas de la misma en ámbitos decisionales reales han sido limitadas hasta la fecha. Esta escasez de aplicaciones prácticas tiene una doble justificación. La primera reside en las reticencias de buena parte de los economistas actuales en aceptar la TP como teoría económica fundamental en sustitución de la tradicional TUE. En términos de Kuhn (Kuhn, 1970), tal aceptación provocaría una “revolución científica” que terminaría en un “cambio de paradigma” económico y financiero, circunstancia que obligaría a revisar buena parte de la teoría económica y financiera tal y como la conocemos hoy en día. En este sentido, puede hablarse de cierta inercia de la Academia, cuyos líderes (p. ej., editores de las principales revistas científicas, prestigiosos catedráticos, etc.) presentan fuertes reticencias a abandonar la zona de confort que le garantiza el actual paradigma basado en la TUE.

En este sentido cabe señalar que, hasta la fecha, la mayoría de las aplicaciones de la TP han sido desarrolladas en experimentos de laboratorio, en el contexto de lo que se ha denominado como *economía experimental*. Así, existe un amplio consenso en que la TP ofrece una adecuada descripción de la toma de decisiones en contexto de riesgo en experimentos de laboratorio donde se emplean decisores no profesionales (individuos de a pie) sujetos a incentivos monetarios relativamente pequeños⁵. Sin embargo, esta circunstancia ha sido frecuentemente aludida como motivo de las reticencias de los economistas para abrazar esta nueva teoría de la decisión, dado que muchos han puesto en duda que esta precisión explicativa se mantenga en contextos reales, donde los individuos consideran resultados monetarios significativamente mayores y donde estos son normalmente decisores experimentados.

En esta línea se pueden señalar los resultados empíricos de Post et al. (2008) que, haciendo experimentos que suponían pérdidas y ganancias monetarias importantes, evidenciaron que la TP ofrece igualmente una buena descripción del comportamiento humano cuando este implica importantes incentivos financieros. Por el contrario, existen evidencias contradictorias en cuanto al papel de la experiencia de los individuos en la toma de decisiones. Así, mientras List (2004) encontró que la TP era menos precisa describiendo la toma de decisiones de agentes profesionales, Pope y Schweitzer (2011) comprobaron que la TP explica mejor la toma de decisiones que la TUE en todos los casos, incluso cuando se trata de decisores profesionales altamente experimentados. Este último aspecto evidencia que se trata de un tema aún bajo debate y discusión científica, que tendrá que dirimirse en los próximos años.

En cualquier caso, cabe afirmar que con el paso del tiempo (incorporación de nuevos economistas conocedores de las ventajas de la TP) y con las crecientes evidencias del mayor poder explicativo de la TP, esta primera causa relacionada con la reticencia de buena parte de la Academia a sustituir la clásica TUE por esta nueva teoría de la decisión va perdiendo fuerza. Así, con el reconocimiento de los logros de la economía del comportamiento en los últimos premios Nobel se adivina un próximo cambio de paradigma en favor de los postulados de la TP.

Una segunda causa de la limitada aplicación de la TP hasta la fecha son las dificultades operativas para su implementación empírica. Quizá la mayor dificultad reside en determinar de manera fiable cuál es el *punto de*

⁴ El lector interesado en los detalles técnicos de esta nueva versión de la TP puede encontrarlos en Tversky y Kahneman (1992) y Wakker (2010).

⁵ Estos experimentos normalmente no pueden trabajar con resultados monetarios expresados en tres o más dígitos, tanto por restricciones presupuestarias de la investigación como por motivos éticos.

referencia que separa los resultados a considerar como “ganancias” de los considerados como “pérdidas”. Un ejemplo de ello puede ser la gestión de carteras de inversión: ¿qué nivel de rentabilidad debe considerarse como punto de referencia para diferenciar entre ganancias y pérdidas percibidas por los inversores?, ¿debe considerarse una rentabilidad del 0% para ello, señalando las rentabilidades positivas como ganancias y las rentabilidades negativas como pérdidas?, ¿o debe fijarse la rentabilidad libre de riesgo como punto de referencia para este propósito?, ¿o la rentabilidad esperada de la cartera en base a sus rendimientos históricos? Desgraciadamente, los postulados de la TP no aclaran cómo proceder a este respecto.

Dada la falta de criterio en este sentido, lo usual es que los investigadores prueben con diferentes hipótesis sobre el punto de referencia, al objeto de determinar cuál de ellos se adapta mejor a la toma de decisiones observadas, tanto en laboratorio como en el mundo real. En cualquier caso, Kőszegi y Rabin (2007) han realizado un intento por aclarar este aspecto, proveyendo de un marco razonable para la aplicación de la TP. La principal idea aportada por estos autores es que el punto de referencia que usan los decisores para computar ganancias y pérdidas son las *expectativas racionales* que estos tienen sobre el resultado de sus decisiones, generadas en base a su experiencia reciente (resultados pasados de toma de decisiones). En base a este marco, en el ámbito de las finanzas se aconseja emplear la rentabilidad libre de riesgo como el punto de referencia más plausible.

De igual manera, otras dificultades operativas de la TP han sido tratadas en la literatura, definiéndose los procedimientos más adecuados para su implementación práctica. De esta forma, en los últimos años se ha avanzado en esta línea, aumentándose significativamente el número de trabajos empíricos que emplean esta teoría para explicar y predecir el comportamiento de los agentes económicos y de los mercados.

Teniendo en cuenta lo comentado anteriormente, en próximos epígrafes se presentan algunos de los logros más significativos de la TP en el ámbito de las finanzas. Efectivamente, este campo del conocimiento ha sido uno de los más fértiles en la aplicación empírica de la TP, en la medida que la consideración de esta teoría ha permitido explicar y predecir adecuadamente algunas cuestiones evidenciadas en el mundo real, y que hasta la fecha habían sido consideradas como “anomalías” dada la imposibilidad de la TUE para poder explicar estos comportamientos observados. Con ello se trata de verificar la utilidad práctica de esta nueva teoría en el ámbito de la economía financiera.

3.2 Las diferencias en las rentabilidades de los activos financieros

La rentabilidad de los diferentes activos financieros de la economía se viene explicando dentro de la economía clásica mediante el conocido modelo de valoración de activos financieros (*capital asset pricing model*, CAPM) el cual, en última instancia, se basa en los postulados de la TUE. A través de este modelo se dispone que la rentabilidad esperada de cada valor está directamente relacionada con su “beta”, haciendo que los valores que están más (menos) influenciados por la cartera de mercado tengan una mayor (menor) rentabilidad media. Sin embargo, este modelo no refleja adecuadamente el comportamiento real de los activos financieros, tal y como demuestran Fama y French (2004). Además, el CAPM no es capaz de explicar por qué valores con la misma beta presentan en el mundo real diferentes rentabilidades medias. Sin embargo, sobre este tema la TP puede aportar luz, siendo capaz de explicar mejor el comportamiento de las rentabilidades esperadas de los activos financieros, empleando para ello modelos que evalúan los riesgos inherentes a estos activos de manera más acorde con las evidencias de la psicología.

Barberis y Huang (2008) analizaron este tema, demostrando que el mayor determinante de la rentabilidad media de los activos financieros es la curtosis de la función de densidad de sus rendimientos. De esta manera, la TP es capaz de predecir correctamente qué valores con curtosis positiva en su distribución de rendimientos (cola de la distribución más larga a la derecha que a la izquierda) presentan rentabilidades medias menores a las previstas por la TUE, que considera que la rentabilidad esperada queda únicamente determinada por la covarianza de sus cotizaciones con la cartera de mercado (valor de beta). Efectivamente, la TP, gracias a su consideración de la aversión al riesgo (mayor importancia relativa de las pérdidas -cola a la izquierda- que las ganancias -cola a la derecha) y el empleo de pesos decisionales (sobrevaloración de las probabilidades objetivas bajas), puede explicar mejor las rentabilidades medias observadas en los mercados de capitales del mundo real.

La bondad de las predicciones de las rentabilidades esperadas basadas en el sesgo de las funciones de densidad de los rendimientos de los valores ha sido posteriormente ratificada por otros trabajos como Bali et al. (2011) o Conrad et al. (2013).

3.3 La prima de riesgo del mercado

Como es bien conocido, el CAPM se basa igualmente en el concepto de *prima de riesgo de mercado*, conceptualizada como aquella rentabilidad “extra” que exigen los inversores por invertir en la cartera de mercado (acciones) en vez de en renta fija libre de riesgo (p. ej., en Letras del Tesoro). Este diferencial de rentabilidad se explica por la aversión al riesgo de los inversores, pero históricamente la diferencia observada

(del 6% en el caso del mercado español) excede con mucho lo que predice la TUE. Se trata de la anomalía conocida como *equity premium puzzle*. Sin embargo, como han demostrado Benartzi y Thaler (1995), la cuantía de este diferencial sí se puede explicar mediante la TP. Efectivamente, según esta teoría, los inversores valoran sus carteras tomando la rentabilidad media histórica de las mismas como nivel de referencia, evaluando las posibles variaciones de sus rentabilidades en términos de pérdidas y ganancias. Sin embargo, como los inversores son aversos al riesgo, cualquier dispersión en la distribución de dichas rentabilidades resulta no deseable, especialmente aquellas que suponen pérdidas (cola de la izquierda de la distribución). Tal aversión a las pérdidas hace que, en conjunto, los inversores exijan de las acciones un rendimiento muy superior al de la Letras del Tesoro.

Este mismo hecho ha sido igualmente analizado por De Giorgi y Legg (2012) empleando la TP, quienes señalan la curtosis negativa de la cartera de mercado, especialmente debida a la ocurrencia ocasional de crisis bursátiles, como principal causa del elevado valor de la prima de riesgo de mercado. Según los postulados de la TP, las probabilidades de estos raros eventos relacionados con las crisis financieras son sobrevalorados por los inversores, exigiendo una prima de rentabilidad mayor que la que podría predecirse si se considera únicamente el fenómeno de la aversión al riesgo.

Finalmente, en este mismo sentido es igualmente interesante destacar el análisis de Dimmock y Kouwenberg (2010) quienes, empleando los postulados de la TP, han sido capaces de explicar el hecho de que históricamente la mayoría de las economías domésticas no hayan participado en los mercados bursátiles, a pesar de sus mayores rentabilidades medias; es la anomalía conocida como *non-participation puzzle*. Según estos autores, tal circunstancia está motivada por el elevado grado de aversión al riesgo de la mayoría de los decisores familiares; se ha demostrado que solo aquellos pocos que presentan una aversión al riesgo moderada invierten en renta variable.

3.4 Las decisiones de compra y venta de activos financieros

La TP también permite predecir cómo los inversores operan con sus valores a lo largo del tiempo, explicando la anomalía conocida como *disposition effect* o efecto disposición, que hace que los inversores sean reacios a vender acciones cuando estas entran en pérdidas, pero que sí son proclives a vender cuando arrojan plusvalías (Frazzini, 2006). Este comportamiento es contradictorio porque históricamente las rentabilidades de las acciones presentan cierto “momentum”; es decir, que las acciones que recientemente han cotizado al alza (a la baja) tienen tendencia a seguir subiendo (bajando). Por este motivo, sería lógico esperar un comportamiento contrario al observado; es decir, una tendencia a vender cuando las acciones bajan (antes de que bajen más), y a mantenerlas cuando estas suben (esperar a que suban más).

Tal y como ponen de manifiesto Genesove y Mayer (2001), la TP puede explicar esta anomalía sobre la base de la forma en S de la función de valor, que refleja el valor marginal decreciente de ganancias y pérdidas. Así, si una acción experimenta una cotización a la baja, su propietario percibe que su inversión entra en el dominio de pérdidas, dominio donde debido a la concavidad de la función de valor se toman decisiones como amante del riesgo. Como resultado, el inversor mantiene la acción con la esperanza que revierta su tendencia más tarde (aplicación del dicho “de perdidos, al río”). Por el contrario, si la acción cotiza al alza, el inversor entra en el dominio de ganancias y se vuelve averso al riesgo (forma convexa de la función de valor), motivando la venta del activo al objeto de asegurarse la ganancia generada (aplicación del dicho “más vale pájaro en mano...”).

De forma complementaria a la forma de S de la función de valor, Barberis y Xiong (2009) han evidenciado igualmente que el efecto disposición se debe igualmente a la “utilidad de realización” (*realization utility*), también derivada de la TP, por la cual los vendedores de cualquier activo obtienen una utilidad extra por la ventas realizadas por encima de su precio de compra (con ganancias), y una desutilidad extra cuando se venden a pérdidas.

3.5 Las decisiones de contratación de seguros

La contratación de seguros es también una decisión que depende de las actitudes de los individuos frente al riesgo, y por tanto constituye un campo apropiado para la aplicación de la TP. En este sentido, la aplicación de esta teoría ha permitido explicar la disposición a pagar primas por seguros con franquicias bajas por encima de lo que predice la TUE. Como explica Sydnor (2010), esta evidencia del mundo real se explica por la función de ponderación de probabilidades considerada por la TP, que sobrevalora la ocurrencia de sucesos con probabilidades bajas. En el caso de los seguros, este sería el caso de la ocurrencia de siniestros, que implicaría el correspondiente pago de la franquicia pactada. De esta manera, teniendo en cuenta la elevada ponderación subjetiva (peso decisional) de estos sucesos, los individuos están dispuestos a pagar una prima más elevada que la explicada por la TUE por reducir la cuantía de la franquicia.

4 Conclusiones

Es probable que el lector de este trabajo, si no pertenece al mundo académico, apenas haya oído hablar con anterioridad sobre la economía y las finanzas del comportamiento, así como de la teoría de la prospectiva en la que se basan. No obstante, el éxito creciente de esta nueva rama de la economía y de las finanzas a la hora de explicar y predecir las decisiones de los agentes económicos y el funcionamiento de los mercados, hace prever su utilización creciente a corto plazo e, incluso, un cambio de paradigma de la teoría económica a medio plazo.

En la medida que los actuales manuales universitarios de economía y dirección de empresas ignoran los fundamentos y éxitos de estas nuevas ramas de la economía y de las finanzas, este trabajo ha pretendido introducir al lector dentro de esta nueva corriente de conocimiento, justificando su validez mediante diversos ejemplos en los que la teoría de la prospectiva ha podido explicar mejor los hechos observados en el mundo real que la teoría de la utilidad esperada. Así, confío en haber estimulado la curiosidad del lector sobre esta nueva visión de la economía y las finanzas a la luz de las aportaciones desde el ámbito de la psicología, y animado a seguir leyendo más sobre la misma. Sin duda, su conocimiento y su aplicación a las decisiones económicas y empresariales permitirán a los economistas y directivos un mejor desempeño profesional.

Referencias

- Allais, M. (1953). Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: Critique des postulats et axiomes de l'école Américaine [Rational man's behavior in the presence of risk: critique of the postulates and axioms of the American school]. *Econometrica*, 21(4), 503-546.
- Bali, T. G., Cakici, N., and Whitelaw, R. F. (2011). Maxing out: Stocks as lotteries and the cross-section of expected returns. *Journal of Financial Economics*, 99(2), 427-446.
- Barberis, N., and Huang, M. (2008). Stocks as lotteries: The implications of probability weighting for security prices. *American Economic Review*, 98(5), 2066-2100.
- Barberis, N., and Xiong, W. E. I. (2009). What drives the disposition effect? An analysis of a long-standing preference-based explanation. *The Journal of Finance*, 64(2), 751-784.
- Barberis, N. C. (2013). Thirty years of prospect theory in economics: A review and assessment. *The Journal of Economic Perspectives*, 27(1), 173-195.
- Benartzi, S., and Thaler, R. H. (1995). Myopic loss aversion and the equity premium puzzle. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(1), 73-92.
- Birnbaum, M. H., Patton, J. N., and Lott, M. K. (1999). Evidence against Rank-Dependent Utility theories: Tests of cumulative independence, interval independence, stochastic dominance, and transitivity. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 77(1), 44-83.
- Camerer, C. F., and Ho, T.-H. (1994). Violations of the betweenness axiom and nonlinearity in probability. *Journal of Risk and Uncertainty*, 8(2), 167-196.
- Conrad, J., Dittmar, R. F., and Ghysels, E. (2013). Ex ante skewness and expected stock returns. *The Journal of Finance*, 68(1), 85-124.
- De Giorgi, E. G., and Legg, S. (2012). Dynamic portfolio choice and asset pricing with narrow framing and probability weighting. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 36(7), 951-972.
- Dimmock, S. G., and Kouwenberg, R. (2010). Loss-aversion and household portfolio choice. *Journal of Empirical Finance*, 17(3), 441-459.
- Fama, E. F., and French, K. R. (2004). The Capital Asset Pricing Model: Theory and evidence. *Journal of Economic Perspectives*, 18(3), 25-46.
- Fennema, H., and Wakker, P. P. (1997). Original and Cumulative Prospect Theory: A discussion of empirical differences. *Journal of Behavioral Decision Making*, 10(1), 53-64.
- Frazzini, A. (2006). The disposition effect and underreaction to news. *The Journal of Finance*, 61(4), 2017-2046.
- Genesove, D., and Mayer, C. (2001). Loss aversion and seller behavior: Evidence from the housing market. *The Quarterly Journal of Economics*, 116(4), 1233-1260.
- Gollier, C. (2004). *The economics of risk and time*. Boston: The MIT press.
- Hey, J. D., and Orme, C. (1994). Investigating generalizations of expected utility theory using experimental data. *Econometrica*, 1291-1326.
- Kahneman, D., and Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263-291.
- Kőszegi, B., and Rabin, M. (2007). Reference-dependent risk attitudes. *American Economic Review*, 97(4), 1047-1073.
- Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- List, J. A. (2004). Neoclassical theory versus Prospect Theory: Evidence from the marketplace. *Econometrica*, 72(2), 615-625.
- Loomes, G., Moffatt, P. G., and Sugden, R. (2002). A microeconomic test of alternative stochastic theories of risky choice. *Journal of Risk and Uncertainty*, 24(2), 103-130.
- Loomes, G., and Sugden, R. (1982). Regret theory: An alternative theory of rational choice under uncertainty. *The economic journal*, 92(368), 805-824.
- Machina, M. J. (1982). 'Expected Utility' Analysis without the independence axiom. *Econometrica*, 50(2), 277-323.

- Pope, D. G., and Schweitzer, M. E. (2011). Is Tiger Woods loss averse? Persistent bias in the face of experience, competition, and high stakes. *American Economic Review*, 101(1), 129-157.
- Post, T., van den Assem, M. J., Baltussen, G., and Thaler, R. H. (2008). Deal or no deal? Decision making under risk in a large-payoff game show. *American Economic Review*, 98(1), 38-71.
- Prelec, D. (1998). The probability weighting function. *Econometrica*, 66(3), 497-527.
- Quiggin, J. (1982). A theory of anticipated utility. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 3(4), 323-343.
- Simon, H. A. (1979). Rational decision making in business organizations. *The American Economic Review*, 69(4), 493-513.
- Starmer, C. (2000). Developments in non-expected utility theory: The hunt for a descriptive theory of choice under risk. *Journal of economic literature*, 38(2), 332-382.
- Stott, H. P. (2006). Cumulative Prospect Theory's functional menagerie. *Journal of Risk and Uncertainty*, 32(2), 101-130.
- Sydnor, J. (2010). (Over)insuring modest risks. *American Economic Journal: Applied Economics*, 2(4), 177-199.
- Tversky, A., and Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty*, 5(4), 297-323.
- von Neumann, J., and Morgenstern, O. (1944). *Theory of games and economic behavior*. Princeton: Princeton University Press.
- Wakker, P. P. (2010). *Prospect theory: For risk and ambiguity*. Cambridge (UK): Cambridge University Press.
- Wakker, P. P., and Tversky, A. (1993). An axiomatization of Cumulative Prospect Theory. *Journal of Risk and Uncertainty*, 7(2), 147-175.