

Matemáticas para finanzas irracionales: una aproximación a los sesgos en la toma de decisiones financieras.

Llorent Jurado, Julián jllojur@upo.es

Melgar Hiraldo, María del Carmen mcmelhir@upo.es

Ordaz Sanz, José Antonio jaordsan@upo.es

Guerrero Casas, Flor María fguecas@upo.es

Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica

Universidad Pablo de Olavide de Sevilla

RESUMEN

Los psicólogos Tversky y Kahneman en su teoría prospectiva, merecedora del premio Nobel de Economía en 2002, concluían que los individuos son aversos al riesgo cuando se trata de ganancias, mientras que son buscadores de riesgos ante situaciones de pérdidas. Esto se debe a que el miedo a las pérdidas actúa de manera emocional y no racional. Matemáticamente ellos postulaban la existencia de dos funciones en la toma de decisiones, la función de valor y la de ponderación, desarrollando una aproximación a la función de utilidad diferente a la de la utilidad esperada de la teoría clásica desarrollada por Bernoulli. Bajo este enfoque, la ponderación de la decisión no viene dada por una probabilidad racional, sino por la percepción de probabilidad de ocurrencia de los eventos, sobre los cuales pueden aparecer sesgos. En este trabajo se presenta una aproximación a los sesgos más comunes en la toma de decisiones financieras y cómo el uso de la heurística en las matemáticas puede llevar a elecciones no racionales.

ABSTRACT

The psychologists Tversky and Kahneman in their prospect theory, deserving for Economics Nobel Prize in 2002, found individuals are risk averse to profits situations, but they are risk seekers in losses events. This happens because the fear of loss acts emotionally and not rationally. Mathematically they postulated the existence of two functions in decision-making, the value function and the weighting function, developing an approximation to the utility function different from classical theory of the expected utility stated by Bernoulli. Under this approach, the weighting of the decision is not given by a rational probability but by the perception of probability of occurrence of events, on which biases may appear. This paper presents an approach to the most common biases in financial decision making and how the use of heuristics in mathematics can lead to non-rational choices.

Palabras claves:

Economía del comportamiento; Finanzas conductuales; Sesgos.

Behavioural economics; Behavioural finance; Bias.

Área temática: A5 Aspectos cuantitativos de problemas económicos y empresariales.

1. INTRODUCCIÓN

Estamos asistiendo en los últimos años a la aparición de *fintech*, entidades financieras basadas en las nuevas tecnologías, que ofertan y/o asesoran en la contratación de productos financieros con la ayuda de *roboadvisors*, algoritmos desarrollados sobre la base de inteligencia artificial. Esta automatización parece una lógica evolución del análisis tradicional llevado a cabo por la teoría económica en la que la toma de decisiones financieras ha sido considerada como un proceso por el cual las personas actúan obviando completamente su carga emocional.

De este modo, cualquier persona a la hora de contratar un producto financiero se comporta de forma perfectamente racional, ya que es capaz de procesar adecuadamente toda la información disponible y, en base a ella, tomará la decisión que maximice su nivel de satisfacción personal (denominada en economía *utilidad*). Bajo estos supuestos de racionalidad, información perfecta y maximización de utilidad, la ciencia económica ha elaborado la gran mayoría de los modelos matemáticos hasta la fecha, con los que tratar de explicar y simular los comportamientos del ser humano a la hora de decidir entre distintas alternativas financieras.

Sin embargo, el propio Ben Bernanke (2009) afirmaba que se: *“han aplicado los modelos y las herramientas estadísticas más sofisticadas disponibles para tratar de adivinar mejor el futuro económico. Pero los resultados, desafortunadamente, a menudo han sido decepcionantes”*. Lo que lleva a pensar sobre los motivos por los cuales los modelos no se ajustan a la realidad observada.

Serán Herbert Simon¹ con su teoría de la racionalidad limitada² (Simon, 1972), por una parte; y Daniel Kahneman³ junto con Amos Tversky, con su teoría prospectiva (posteriormente revisada y denominada por los autores como teoría prospectiva

¹ Premio Nobel de Economía en 1978, por su investigación pionera en el proceso de adopción de decisiones en las organizaciones económicas.

² Según la cual, y debido a la complejidad de los contextos en los que se producen las tomas de decisiones, las personas no pueden alcanzar una decisión óptima, sino una decisión satisfactoria.

³ Premio Nobel de Economía en 2002, por integrar aspectos de la teoría psicológica sobre el comportamiento económico del ser humano en momentos de incertidumbre.

acumulada) (Kahneman y Tversky, 1979; Tversky y Kahneman, 1992), por otra, quienes aportarían evidencias empíricas a las “anomalías” que la teoría de la utilidad esperada era incapaz de explicar. Esta teoría prospectiva ha dado origen a una nueva rama de la economía, denominada economía conductual, en la que destacamos su rama de las finanzas, identificada como finanzas del comportamiento. Sobre estos nuevos campos son numerosos los trabajos llevados a cabo en los últimos años (Hens y Meier, 2016; Zafirovski, 2016; Ferrara, Pansera y Strati, 2017; Arnold, Dobbie y Yang, 2018; Barberis, 2018; Bordalo, Gennaioli y Shleifer, 2018; Murfin y Pratt, 2019).

Por último, indicar que no forma parte del ámbito del presente artículo, ni por extensión ni por la profundidad necesaria que requiere, el efectuar un análisis o revisión de los modelos matemáticos vinculados a la teoría de la decisión o a la optimización; como tampoco del uso de la teoría de juegos a problemas financieros. Para estos fines, recomendamos la lectura de los trabajos, entre otros, de Vitoriano (2007), Linares et al. (2001), o Fernández-García et al., (2002) que profundizan o detallan los aspectos mencionados. Por tanto, el presente trabajo aspira a aportar al lector, de forma somera, una aproximación a los sesgos observados como recurrentes en la toma de decisiones financieras por parte de los inversores, que habían sido “anomalías” en la teoría económica clásica y que mediante la formulación aportada por la teoría prospectiva han logrado ser explicados mediante las finanzas del comportamiento. Tras esta introducción, el resto del trabajo se articula como sigue: el punto 2 presenta de forma breve las matemáticas que subyacen en las teorías de la utilidad y prospectiva; el punto 3 repasa los heurísticos y sesgos más habituales en la toma de decisiones, con especial foco en las decisiones financieras; el punto 4 recoge las principales conclusiones del trabajo y las ideas sobre posibles líneas futuras de investigación; presentándose, finalmente en el punto 5, la bibliografía empleada en el mismo.

2. MATEMÁTICAS EN LA TOMA DE DECISIONES

Conforme a lo indicado por de Kohan (2008), la teoría de la toma de decisiones intenta explicar y describir, en los seres humanos, cuáles son las variables que determinan la elección de unas u otras según los objetivos y la información de que se dispone. Sin embargo, el proceso de toma de decisiones es analizado por múltiples ciencias sociales y experimentales, por lo que resulta importante delimitar su ámbito de estudio. En el correspondiente al presente trabajo, la toma de decisiones financieras, los enfoques comunes en la literatura proceden, principalmente, de tres disciplinas: las matemáticas, la economía y la psicología. De la interacción de estas tres ciencias, y según por cuál de ellas esté más determinada, aparecerán dos grandes grupos de modelos de la decisión: óptimos (formales) o heurísticos (descriptivos) (León, 1987). Ambos tipos de trabajos convergen, en cualquier caso, en la necesidad de identificar los motivos por los que la toma de decisiones observada difiere de las elecciones previstas por la modelización teórica.

2.1. Teoría de la utilidad esperada

En este sentido, buscando resolver esta “paradoja” entre lo experimentado y lo previsto, sería Bernoulli quien, en 1738, introduciría la idea de que el valor del dinero para los individuos no era lineal al importe en sí (Bernoulli, 1954). Esto implicaba que el doble de dinero (o ganancia) no llevaba asociada, necesariamente, el doble de satisfacción personal (concepto que en economía se denomina *utilidad*); sino que normalmente esta satisfacción personal iba disminuyendo a medida que aumentaba la cantidad de dinero (o ganancia) (concepto que en economía se denomina *utilidad marginal decreciente*).

Si bien el concepto de utilidad resulta abstracto al no ser observable directamente, desde un punto de vista formal matemático se puede representar⁴ la toma de decisiones financieras como una elección entre un conjunto de n alternativas de x_i unidades monetarias de resultados, con probabilidades de ocurrencia asociadas p_i :

$$(x_1, p_1; \dots; x_n, p_n), \text{ siendo } \sum_{i=1}^n p_i = 1.$$

⁴ Siguiendo la notación presentada por Kahneman y Tversky (1979).

E igualmente, podríamos definir la *función de utilidad*, $u(x_i)$, como aquella función no lineal que transforma las x_i unidades monetarias de los resultados, en unidades de satisfacción personal. Esta función de utilidad es una función monótonamente creciente, $u'(x_i) \geq 0$, en donde para cualquier valor $w > 0$, se verifica que $u(x_i + w) \geq u(x_i)$. Asimismo, es cóncava, $u''(x_i) \leq 0$, dado que como indicó Bernoulli, la satisfacción personal disminuye a medida que se aumenta el resultado monetario.

Con estas premisas, la economía clásica ha venido sustentando sus modelizaciones sobre el comportamiento de los agentes económicos y de los mercados en base a la esperanza matemática de la función de utilidad mencionada, denominada *teoría de la utilidad esperada*, que equivaldría a:

$$E[U(x_1, p_1; \dots; x_n, p_n)] = \sum_{i=1}^n p_i \cdot u(x_i)$$

En consecuencia, la toma de decisiones financieras se ajustaría a procesos estocásticos en los que la satisfacción sobre el resultado viene expresada por una variable aleatoria con una función de distribución determinada.

Estas ideas iniciales se mantendrán hasta mediados del siglo XX cuando, primero, el economista Oskar Morgenstern junto al matemático John von Neumann, y posteriormente, el matemático John Nash, sentarán las bases de la teoría de juegos (Morgenstern y Neumann, 1944; Nash, 1951), por la que se asume que los decisores valoran todas las alternativas de resultados a su alcance, y eligen aquella que les proporcione mayor utilidad esperada. En consecuencia, la teoría de la utilidad esperada buscará la maximización de la satisfacción personal, mediante la evaluación racional de toda la información disponible y la elección de la alternativa óptima. Poco más tarde, será el economista Maurice Allais (1953) quién dejará constancia que los axiomas en los que se basa la teoría de la utilidad esperada no son realistas, poniendo en duda la capacidad para analizar la toma de decisiones de forma racional por los agentes económicos. Ya en el siglo XXI, Starmer (2000) efectuará una revisión completa de los trabajos sobre las “anomalías” que la teoría de la utilidad esperada no era capaz de explicar.

2.2. Teoría prospectiva y teoría prospectiva acumulada

2.2.1. Teoría prospectiva

De forma análoga a cómo lo hacía la teoría de la utilidad esperada, el valor de un juego se calcula como una media ponderada de los diferentes resultados alternativos:

$$V(x_1, p_1; \dots; x_n, p_n) = \sum_{i=1}^n \pi(p_i) \cdot v(x_i)$$

siendo:

$v(x_i)$ la función de valor de los resultados del juego, definida en términos de pérdidas o ganancias respecto de un nivel de referencia (x_0), y

$\pi(p_i)$ la función de ponderación de las probabilidades de ocurrencia asociadas a cada resultado, que transforma las probabilidades objetivas en pesos decisionales⁵.

Como bien apunta Gómez-Limón (2017) como diferencias con la teoría de la utilidad esperada cabe resaltar que:

1. Los resultados (x_i) se valoran respecto a un punto de referencia (x_0), el cual sirve de punto cero del valor de la escala y que suele corresponder con la situación de partida del decisor. De esta forma el dominio de las ganancias estará en aquellos resultados que cumplan que $x_i \geq x_0$, mientras que el dominio de las pérdidas se encontrará en aquellos otros que verifiquen que $x_i \leq x_0$.
2. La evaluación de las alternativas estrictamente positivas y de las estrictamente negativas sigue reglas diferentes, distinguiéndose en ellas dos componentes: 1) el componente sin riesgo (ganancia o pérdida segura que se recibirá o pagará); y 2) el componente arriesgado (ganancia o pérdida que está en juego).

En estos casos la evaluación de tales alternativas se efectuará mediante:

$$V(x_1, p_1; \dots; x_n, p_n) = v(y) + \pi(p) \cdot (v(x) - v(y))$$

Es decir, el valor de estas alternativas estrictas coincide con el valor del componente sin riesgo más el valor de la diferencia entre los resultados, multiplicado por el peso

⁵ Para el caso particular que $\pi(p_n) = p_n$, la teoría prospectiva equivaldría a la teoría de la utilidad esperada ya que las probabilidades objetivas no se transformarían. Por tanto, la teoría de la utilidad esperada representa un caso particular de la teoría prospectiva (ver Gómez-Limón, 2017).

asociado con el resultado más extremo. Por tanto como afirman los propios autores de la teoría (Kahneman y Tversky, 1987) el asunto radica en que el peso de la decisión se aplica a la diferencia entre $v(x) - v(y)$, que representa el componente arriesgado de la alternativa, pero no a $v(y)$ que representa la alternativa sin riesgo.

3. Los decisores son aversos al riesgo en el dominio de ganancias y buscadores de riesgo en el dominio de las pérdidas. Esto es, prefieren una ganancia cierta a otra mayor pero hipotética; pero prefieren el riesgo a una mayor pérdida si con ello pueden evitar una pérdida menor cierta. Este comportamiento se fundamenta en que el impacto de las variaciones en los resultados (x_i) disminuye a medida que aumenta la distancia respecto al punto de referencia (x_0), lo que implica que la importancia de cada unidad monetaria adicional es menor a medida que se incrementa la cuantía de las ganancias o de las pérdidas. Matemáticamente, equivale a decir que la función de valor es cóncava para el dominio de ganancias ($v''(x_i) \leq 0$ si $x_i \geq x_0$)⁶, pero convexa para el dominio de pérdidas ($v''(x_i) \geq 0$ si $x_i \leq x_0$). Esta modificación de la sensibilidad marginal decreciente, constituye la aportación fundamental de Kahneman y Tversky (1979) al estudio de la toma de decisiones.

La combinación de los elementos anteriores es lo que hace que los inversores se vean más afectados (negativamente) por una pérdida que (positivamente) por una ganancia de cuantía equivalente ($v'(x_i) < -v'(-x_i)$). Por este motivo, la función de valor tiene una mayor pendiente en el dominio de pérdidas que en el de ganancias. Esto es, las personas 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 se obtienen utilizando una transformación no lineal de la escala de probabilidades. Así, en un tramo de probabilidades bajas 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, en valores de la

⁶ Al igual que se afirmaba por la teoría de la utilidad esperada.

probabilidad acumulada muy elevados, se recupera la sensibilidad inicial de los pesos decisionales.

No obstante, algunos autores presentaron argumentos en los que denunciaban una debilidad operativa de la teoría en tanto que en los casos en que las probabilidades de ocurrencia de los resultados alternativos son usualmente pequeñas, todos ellos eran sobrevalorados, lo que causaba que la suma de pesos decisionales fuera superior a la unidad. Por este motivo, la teoría prospectiva original no podía extenderse con garantías a juegos con numerosos resultados y mucho menos a juegos con resultados continuos (Wakker, 2008).

2.2.2. Teoría prospectiva acumulada

Es una evolución de la teoría prospectiva, desarrollada por Tversky y Kahneman (1992), para solventar las limitaciones encontradas en su versión inicial cuando se aplicaba a juegos con muchas alternativas, y donde su implementación podía provocar la elección de soluciones dominadas. Su modificación posibilitaría su extensión a juegos con cualquier número de resultados, incluyendo aquellos de carácter continuo.

En esta ocasión, los autores efectúan un tratamiento separado de las ganancias y de las pérdidas, al tiempo que postulan la existencia de dos funciones: la función de valor y la función de ponderación (para el peso de las decisiones).

De forma básica, la teoría supone que un juego lo conforman un conjunto de alternativas compuesto por $m + n + 1$ resultados monetarios, x_i , con probabilidades de ocurrencia respectivas, p_i , tales que $x_{-m} < \dots < x_0 < \dots < x_n$. Por tanto, los juegos pueden denotarse por los pares (X, P) , en donde $X = (x_{-m}, \dots, x_n)$ y $P = (p_{-m}, \dots, p_n)$

Bajo esta idea el valor de la preferencia del juego, $V(X; P)$, será el resultado de:

$$V(X; P) = V^+(X; P) + V^-(X; P)$$

donde V^+ mide la contribución de las ganancias y V^- mide la contribución de las pérdidas. Desglosando estas obtenemos que:

$$V^+(X; P) = g(p_n) u(x_n) + \sum_{k=1}^n \left[g\left(\sum_{j=0}^k p_{n-j}\right) - g\left(\sum_{j=0}^{k-1} p_{n-j}\right) \right] u(x_{n-k})$$

$$V^-(X; P) = g(p_n) u(x_{-m}) + \sum_{k=1}^m \left[g \left(\sum_{j=0}^k p_{-(m-j)} \right) - g \left(\sum_{j=0}^{k-1} p_{-(m-j)} \right) \right] u(x_{-(m-k)})$$

siendo la función $g(p)$ la función de probabilidad ponderada⁷ y $u(x)$ es la función de utilidad (o valor)⁸, la cual se expresará de manera diferenciada según se encuentre entre los dominios de las ganancias o los de las pérdidas:

$$u(x_i) = \begin{cases} x_i^\alpha & \text{si } x_i \geq 0 \\ -\lambda(-x_i)^\alpha & \text{si } x_i < 0 \end{cases}$$

en donde, el parámetro λ representa el coeficiente de aversión al riesgo. En este caso, valores de $\lambda > 1$ implicarán que las personas son más sensibles a las pérdidas que a las ganancias. Asimismo, en valores del parámetro α inferiores a la unidad ($\alpha < 1$) la función de utilidad mostrará aversión al riesgo sobre las ganancias y búsqueda de riesgo para las pérdidas.

Por su parte la función de utilidad ponderada, $g(p)$, vendrá dada por la expresión:

$$g(p) = \frac{p^\gamma}{[p^\gamma + (1-p)^\gamma]^{\frac{1}{\gamma}}}$$

De esta forma, la función de ponderaciones dará más peso a los extremos de resultados cuando sus probabilidades son bajas y da menos peso cuando sus probabilidades son altas. De tal modo que, en distribuciones de probabilidad con solo dos resultados, el resultado extremo es subponderado, por defecto, el extremo menor de resultados es sobreponderado, lo que es consistente con la ponderación sobre aversión al riesgo sobre ganancias y búsqueda de riesgo sobre pérdidas.

3. HEURÍSTICOS Y SESGOS EN LA TOMA DE DECISIONES

3.1. Principales heurísticos en la toma de decisiones

Kahneman y Tversky (1979) observaron la presencia de muchos juicios intuitivos bajo situaciones de incertidumbre. Estos juicios intuitivos, a los que denominaron heurísticos, los describieron como procedimientos de estimación que representan

⁷ Que se asume que crece de $g(0) = 0$ a $g(1) = 1$

⁸ Que se supone que se incrementa a partir de $u(0) = 0$

respuestas intuitivas normales bajo dicho escenario incierto. Estos heurísticos no solo se presentaban en problemas de alta complejidad, sino también para cuestiones más simples de verosimilitud, frecuencia y predicción (de Kohan, 2008). Los autores lo denominaron como heurísticos de:

- 1) Accesibilidad o disponibilidad, por el cual las personas valoramos la probabilidad o frecuencia de aparición de algún acontecimiento sobre la base de asociaciones de eventos, hechos, situaciones o ideas que podamos recordar con mayor facilidad. Dicho de otro modo, consiste en que la emisión de juicios se ve afectada por aquella información que se encuentra más accesible en la memoria, en vez de considerar las probabilidades reales de los eventos. Este heurístico tiene cierta justificación ya que los sucesos más frecuentes son los que mejor se memorizan y mejor se recuperan. Este heurístico es de particular importancia a la hora de estimar sucesos que ocurren por puro azar; debido a que nuestro cerebro buscando patrones con significado, tiende a encontrar relaciones significativas donde sólo hay pura casualidad (Fernández-León y Ladrón de Guevara, 2011).
- 2) Representatividad, según el cual las personas hacemos inferencias a partir del parecido con experiencias directas o indirectas previas. $Si A \sim B \Rightarrow A \equiv B$
Consiste, pues, en obtener un resultado rápido a partir de estereotipos.
- 3) Anclaje y ajuste, en base al que las personas tomamos decisiones moviendo nuestra posición mental (ajuste) a partir de la información que inconscientemente recibimos sobre un aspecto concreto (denominada ancla).

Derivados de la teoría prospectiva, han sido numerosos los trabajos llevados a cabo en los últimos años (Pompian, 2011; Venkatraman *et al.*, 2011; Johnson *et al.*, 2013; Witt y Binder, 2013), si bien uno de los más conocidos es el llevado a cabo por Stanovich y West (2000), quienes establecieron la distinción entre dos tipos de procesos cognitivos a los que denominaron “Sistema 1” y “Sistema 2”. Así, el primero ejecuta procesos cognitivos espontáneos de forma rápida y con poca deliberación consciente, de forma que no consumen ni requieren de un esfuerzo voluntario para su ejecución (por ejemplo, sumar 2+2, u orientarse hacia el lugar de un ruido repentino). Por el contrario, el "Sistema 2" se refiere a los procesos mentales que requieren esfuerzo, motivación, concentración

y la ejecución de reglas aprendidas, por lo que se ejecutan de manera lenta y reflexiva. (por ejemplo, calcular con dos decimales $\sqrt{13964}$)⁹.

3.2. Principales sesgos de la inversión

Dentro de los estudios de las finanzas del comportamiento, los sesgos heurísticos constituyen una parte fundamental para el desarrollo y entendimiento del comportamiento financiero moderno. Por tanto, si por sesgo se entiende aquel error sistemático en el que se incurre al seleccionar una alternativa frente a otras en un proceso determinado, parece interesante, para tratar de evitarlos, el ser consciente y conocer cómo una elección rápida, sin evaluar los valores reales de ocurrencia de las distintas alternativas, pueden conducir a una estimación incorrecta de las mismas. En este sentido, podría afirmarse que los sesgos se agrupan en torno a dos grandes tipologías:

- a) De tipo cognitivo: son consecuencia de razonamientos o interpretaciones erróneas de la realidad. Son “corregibles” o al menos “adiestrables”. Pudiendo a su vez distinguirse dos modalidades:
 - Sesgos de perseverancia en nuestras creencias.
 - Sesgos o errores en la interpretación de la información.
- b) De tipo emocional: se relacionan con los impulsos o las intuiciones y resultan más difíciles de auto detectar y corregir por venir ligados al impacto de sentimientos y/o emociones.

3.2.1. La ley de los pequeños números o la falacia del jugador.

Así como la ley de los grandes números garantiza que las muestras grandes sean representativas de la población de la que se han extraído dicha muestra, este hecho no es válido para muestras pequeñas, porque la representatividad del dato no proviene del hecho de la corrección de tendencias por el azar, sino por la dilución de los resultados individuales en torno a la esperanza matemática a medida que aumentan las observaciones.

⁹ Solución: 118,17

No obstante, la observación empírica demuestra que la intuición lleva a las personas a pensar que las pequeñas cantidades se regirán por las mismas leyes que los grandes números. Por tanto, las personas subestiman (o sobrestiman) las probabilidades efectivas de ocurrencia ante muestras pequeñas. A esta creencia Kahneman y Tversky (1979) la denominaron ley de los pequeños números, y les servía para explicar la falacia de los jugadores¹⁰. Según esta, ante la repetición de un mismo evento, las personas tienden a esperar cambios de tendencias, a pesar de que cada evento sea una experiencia independiente de la anterior y por tanto no ligado en probabilidad a la ocurrencia del evento anterior.

El ejemplo más claro puede verse mediante un jugador que tire una moneda al aire y apueste al hecho de que aparezca cara o cruz en la caída. Si bien cada lanzamiento de la moneda es una experiencia independiente, con una probabilidad no condicionada a la anterior tirada, la experiencia muestra que, ante la aparición de cara (o cruz) varias veces seguidas el jugador apostará por la aparición de cruz (o cara) en la siguiente tirada, guiado (erróneamente) por la creencia que las probabilidades son de la mitad para cada una de las alternativas (pero olvidando que esto ocurrirá tras infinitas repeticiones). Traducido el juego anterior al mundo de las finanzas, este sesgo puede llevar a un inversor a vender (o comprar) un determinado activo financiero en base a la creencia que los precios están a punto de caer (o subir), asumiendo que “ya le toca” un cambio de tendencia, cuando en realidad no tiene por qué ocurrir dicho evento.

3.2.2. La falacia de conjunción.

Consiste en estimar que la probabilidad de un hecho A o B pueda ser menor que la probabilidad de A y B juntos. El ejemplo más claro es el caso de “Linda” (Tversky y Kahneman, 1983).

¹⁰ Kahneman y Tversky fueron de los primeros autores que señalaron la importancia de llevar a cabo los cálculos para analizar la potencia de una prueba estadística para que la comunidad científica se protegiera de un rechazo apresurado de la hipótesis nula, ya que observaron que el pensamiento intuitivo erróneo sobre el concepto de azar no sólo se daba en personas con poca formación estadística, sino que era compartido también entre muchos investigadores (de Kohan, 2008).

Linda es una chica de 31 años, soltera muy inteligente, que cuando era estudiante estaba muy preocupada por temas de discriminación y justicia social. Preguntados, a partir de la información anterior, cuál alternativa le parece más probable:

- a) Linda es ahora empleada de un banco
- b) Linda es empleada de un banco y una activista feminista

Más del 85% de los encuestados señalaba la segunda alternativa como la más probable (de Kohan, 2008), aunque es conocido que la posesión de dos atributos simultáneos es siempre menos probable que la de uno solo. En términos estadístico equivale a decir que, si A y B son hechos independientes, la intersección de ambos hechos nunca puede ser más probable que uno ellos. Esto es:

$$P(A \cap B) < P(A) ; P(A \cap B) < P(B)$$

3.2.3. Sesgo de la contabilidad mental.

El concepto de contabilidad mental (Thaler, 1985) fue descrito por el economista, colaborador de Kahneman y Tversky, Richard Thaler¹¹. En concreto, responde al hecho de que cuando tomamos decisiones que involucran dinero, las personas tenemos tendencia a separar el dinero, atendiendo a su origen y según el uso previsto del mismo, esto es, consideramos el dinero como un bien no fungible.

No tratar todo el dinero por igual, es un sesgo con una importancia significativa dentro de las finanzas, puesto que, a la hora de invertir, muchas personas dividen sus activos en cuentas separadas (mental y físicamente), más allá de lo que la lógica diversificación de carteras recomendaría. Es más, los sentimientos de las fluctuaciones sobre el valor de unos activos u otros son igualmente distintos. Por ejemplo, duele menos perder un 1% en el fondo “destinado” a vacaciones que en el “destinado” al pago del colegio de los hijos.

La solución para la contabilidad mental es asumir que el dinero es un bien fungible, y, por tanto, totalmente equivalente y sustituible con independencia de su origen o previsión de uso.

¹¹ Premio Nobel de Economía en 2017, por sus contribuciones a la economía del comportamiento.

3.2.4. Sesgo de comportamiento gregario, rebaño o en masa.

Se refiere a la necesidad que tenemos los individuos de ajustarnos al grupo, evitando ir en contra de lo que la mayoría dictamina. El motivo principal es la sensación de seguridad que aporta pertenecer al “rebaño”. Este sesgo es posiblemente el más observable en los mercados financieros, por lo que la mayoría de estudios (Cipriani y Guarino, 2008; Chiang y Zheng, 2010; El-Shiaty y Badawi, 2014; Martín, 2015) se centran en estos mercados para explicar el comportamiento gregario. Este comportamiento se vincula a la propia naturaleza del ser humano como animal social, y provoca que los inversores, en lugar de evaluar aspectos técnicos del activo financiero, copien el patrón de lo que esté haciendo la mayoría.

Kindleberger y Aliber (1978), ya explicaron que este tipo de actitudes da lugar a los pánicos y manías, y que finalizan en la creación (y posterior explosión) de burbujas que extensamente describían los mismos autores. Por tanto, para tratar de paliarlo, los inversores deberían dedicar tiempo a analizar sus decisiones en base a aspectos técnicos, y considerando opiniones contrarias a la suya, especialmente si su inversión es común a muchos otros inversores.

Es aquí donde parece tener sentido la leyenda sobre el multimillonario John D. Rockefeller (que otros atribuyen a Joseph P. Kennedy) por la que este decidió vender todas sus acciones el día en que su limpiabotas comenzó a hablarle sobre las inversiones que el propio limpiabotas mantenía (justo antes del crack de la bolsa de 1929).

3.2.5. Otros sesgos habituales

Junto con los anteriores sesgos, podemos encontrar otros que incluso pueden presentarse de manera combinada. De ellos destacamos los siguientes por considerarse los más habituales:

- 1) Sesgo de aversión miope a las pérdidas: tal y cómo explica la teoría prospectiva, la mayoría de los inversores sufre más ante las pérdidas de lo que gozan con los beneficios. En consecuencia, una revisión cortoplacista de inversiones a medio o largo plazo puede precipitar ventas (o compras) de activos que temporalmente se hallen en rango de pérdidas (o den lugar a un menor beneficio).

- 2) Sesgo de exceso de confianza: suele observarse en mercados al alza y consiste en la sobrestimación sistemática del éxito de las propias decisiones bajo un entorno de incertidumbre. Representa, por tanto, un error de calibración subjetiva (Camerer y Lovallo, 1999; de Kohan, 2008). Dicho de otro modo, supone asumir que las habilidades propias para invertir están por encima de la media (Hens y Meier, 2016).
- 3) Sesgo de la ilusión del control: es consecuencia del sesgo de exceso de confianza, y se refiere a la certeza de una persona de poder controlar una situación, cuando es poco o ninguno el impacto que sus actos tienen sobre la misma. Se materializa cuando la inversión resulta ser un fracaso (Fromlet, 2001).
- 4) Sesgo de cercanía: a pesar de los beneficios aportados por la diversificación en la reducción del riesgo a las inversiones, los estudios empíricos demuestran que los inversores prefieren los mercados nacionales (o locales) a los foráneos (Fromlet, 2001). French y Poterba (1991) estimaban que más del 98% de las carteras de valores de los inversores japoneses era nacional, del 94% para los estadounidenses y del 82% en el caso de los británicos.
- 5) Sesgo de improbable favorito: consiste en elegir la apuesta arriesgada porque promete ganancias muy elevadas, obviando el hecho de que la probabilidad de ganar la apuesta arriesgada anula el beneficio en el medio-largo plazo.
- 6) Sesgo de la necesidad de alcanzar el equilibrio: según se observa, y de modo coherente a lo propuesto por la teoría prospectiva, ante un dinero perdido, asumiremos más riesgo, buscando recuperarlo.
- 7) Sesgo retrospectivo: su concepto se resume en la afirmación “yo sabía que esto iba a pasar”. Este sesgo impide aprender de los errores ya que siempre se tiene una explicación para todo lo que ocurre justo después de que el hecho haya ocurrido.
- 8) Sesgo de confirmación: consiste en la búsqueda de información para respaldar las opiniones propias o interpretar los hechos de manera que se adapten a nuestra propia visión del mundo.
- 9) Sesgo de encuadre: se refiere al cambio de decisión que se observa en las personas dependiendo de la forma en que un mismo hecho es presentado. Por ejemplo, a

pesar de que, estadísticamente, las frases “ganan en un 40% de los casos” o “pierden en un 60% de los casos” son idénticas, lo cierto es que las personas tendrán actitudes distintas según la forma en que se les enseñe el dato.

- 10) Sesgo de disponibilidad/atención. Implica que los productos o empresas que se presenten con mayor frecuencia en los medios de comunicación serán recordados más rápidamente (inconscientemente) por los inversores que los que resulten apenas accesible.

4. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

La incertidumbre es un aspecto vinculado a la condición humana debido a que, en multitud de elecciones, las personas no pueden calcular formalmente las probabilidades y deben conformarse con su juicio intuitivo. Es por ello que la modelización matemática del comportamiento en las finanzas se ve obligada a incluir en su formulación las “anomalías” observadas en los estudios empíricos llevados a cabo.

En este trabajo hemos presentado de forma resumida las ideas que subyacen a dos de las teorías empleadas en la explicación de la toma de decisiones a la hora de invertir: la teoría de la utilidad esperada y la teoría prospectiva. Estas presentan características diferenciales pudiendo destacarse tres de ellas.

- 1) Mientras que según la teoría de la utilidad esperada el inversor decidirá en base al valor final, en la teoría prospectiva el decisor atenderá al cambio de valor con respecto a un cierto nivel considerado de referencia. En este sentido, Kőszegi y Rabin (2007) aportaron la idea que el punto de referencia que usan los decisores en la teoría prospectiva para computar ganancias y pérdidas no es su nivel actual, como se presumía en los trabajos previos, sino las expectativas que estos tienen sobre el resultado de sus decisiones, generadas en base a su experiencia reciente.
- 2) En segundo lugar, la distinción realizada por la teoría prospectiva, en cuanto a la actitud frente al riesgo de los inversores, por la que estos se comportan aversos al riesgo en el dominio de las ganancias y buscadores de riesgos en el dominio de las pérdidas; a diferencia del individuo averso al riesgo (siempre) promulgado por la teoría de la utilidad esperada.

- 3) Por último, la teoría prospectiva, al igual que la teoría de la utilidad esperada, introduce la idea de una función de ponderación en la formulación; si bien la diferencia estriba en que la primera no establece el peso de la decisión únicamente, como hace la segunda, sino que considera transformaciones de la probabilidad, buscando medir el impacto que hacen los sesgos por la deseabilidad de ocurrencia de los eventos.

A pesar de que hace medio siglo que se sentaron las bases de la economía del comportamiento y las finanzas conductuales a partir de los trabajos de Kahneman y Tversky, su contenido sigue estando de actualidad en la investigación como lo muestran numerosos trabajos llevados a cabo en los últimos años en relación a su aplicación en el mundo de las decisiones financieras (Hens y Meier, 2016; Zafirovski, 2016; Ferrara, Pansera y Strati, 2017; Gómez-Limón, 2017; Hernández-Reche, 2017; Arnold, Dobbie y Yang, 2018; Barberis, 2018; Bordalo, Gennaioli y Shleifer, 2018; Murfin y Pratt, 2019). Aunque algunos autores como List (2004), encontró que la teoría prospectiva era menos precisa describiendo la toma de decisiones de agentes profesionales y por tanto resultaba imperfecta, los resultados empíricos de Post et al. (2008) evidenciaban que la teoría prospectiva ofrece igualmente una buena descripción del comportamiento humano cuando este implica pérdidas y ganancias financieras importantes, y que, por tanto, es una de las que mejor describe la toma de decisiones bajo riesgo e incertidumbre (Starmer, 2000; Aguiar-González, 2004; Platt y Huettel, 2008).

En resumen, se puede afirmar que Tversky y Kahneman, lejos de demostrar la “irracionalidad humana” han sentado las bases para construir modelos teniendo en cuenta la “singular” racionalidad humana. Por tanto, parece que el problema de elección racional o no racional no depende de la persona, sino de si se considera o no la actitud con la que el ser humano, de forma generalizada, se comporta a la hora de tomar decisiones con riesgos en entornos de incertidumbre. Es por ello que todo estudio que refuerce empíricamente la formulación planteada y profundice en el modo de comportamiento del ser humano ante elecciones de inversión financiera contribuirá a enriquecer y mejorar los posibles modelos de inteligencia artificial que subyacen en la aplicación de las nuevas tecnologías como ayudantes en la toma de decisiones financieras.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR-GONZÁLEZ, F. (2004). “Teoría de la decisión e incertidumbre: modelos normativos y descriptivos”. *Empiria, Revista de metodología de ciencias sociales*, 8, pp. 139-160. <https://doi.org/10.5944/empiria.8.2004.982>.
- ALLAIS, M. (1953). “Le comportement de l’homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l’école américaine”. *Econometrica*, 21, 4, pp. 503-546. <https://www.jstor.org/stable/1907921>.
- ARNOLD, D., W. DOBBIE, y YANG C. S. (2018). “Racial bias in bail decisions”. *The Quarterly Journal of Economics*, 133, 4, pp. 1885-1932. <https://doi.org/10.1093/qje/qjy012>.
- BARBERIS, N. (2018). “Richard Thaler and the rise of behavioral economics”. *The Scandinavian Journal of Economics*, 120, 3, pp. 661-684. <https://doi.org/10.1111/sjoe.12313>.
- BERNANKE, B. (2009). “Commencement address: at the 2009 Commencement of the Boston College School of Law, Newton, Massachusetts”. Board of Governors of the Federal Reserve System (US). <https://www.bis.org/review/r090527a.pdf>.
- BERNOULLI, D. (1954). “Originally published in 1738; translated by L. Sommer. Exposition of a new theory on the measurement of risk”. *Econometrica*, 22, 1, pp. 23-36. <https://www.jstor.org/stable/1909829>.
- BORDALO, P., N. GENNAIOLI, y SHLEIFER, A. (2018). “Diagnostic expectations and credit cycles”. *The Journal of Finance*, 73, 1, pp. 199-227. <https://doi.org/10.1111/jofi.12586>.
- CAMERER, C. y LOVALLO, D. (1999). “Overconfidence and excess entry: an experimental approach”. *American Economic Review*, 89, 1, pp. 306-318. <https://doi.org/10.1257/aer.89.1.306>.
- CHIANG, T. C. y D. ZHENG. (2010). “An empirical analysis of herd behavior in global stock markets”. *Journal of Banking & Finance*, 34, 8, pp. 1911-1921. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2009.12.014>.

- CIPRIANI, M. y GUARINO, A. (2008). “Herd behavior and contagion in financial markets”. The B.E. Journal of Theoretical Economics, 8, 1, pp.1-56. <https://doi.org/10.2202/1935-1704.1390>.
- De KOHAN, N. C. (2008). “Los sesgos cognitivos en la toma de decisiones”, International Journal of Psychological Research, 1, 1, pp. 68-73. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2875682.pdf>.
- EL-SHIATY, D. y BADAWI, A. (2014). “Herding behavior in the stock market”. German University in Cairo. Working paper No. 37, pp. 1-19. http://mgt.guc.edu.eg/wpapers/037elshiaty_badawi2014.pdf.
- FERNÁNDEZ-GARCÍA, F. R., M. Á. HINOJOSA RAMOS, A. M. MÁRMOL CONDE, L. MONROY BERJILLOS, y PUERTO ALBANDOZ, J. (2002). “Juegos con pagos vectoriales”. Rect@. Revista electrónica de comunicaciones y trabajos de ASEPUMA, 1, pp. 188-225. <http://hdl.handle.net/11441/26043>.
- FERNÁNDEZ-LEÓN, Á. M. y LADRÓN DE GUEVARA, R. (2011). “Behavioral finance: el trasfondo conductista de las finanzas”. XV Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas, pp. 1-21. http://acacia.org.mx/busqueda/pdf/09_02_Behavioral_Finance.pdf.
- FERRARA, M., B. PANSERA, y STRATI, F. (2017). “On the inception of financial representative bubbles”. Mathematics, 5, 64, pp. 1-9. <https://doi.org/10.3390/math5040064>.
- FRENCH, K. y POTERBA, J. (1991). “Investor diversification and international equity markets”. The American Economic Review, 81, 2, pp. 222-226. <https://www.jstor.org/stable/2006858>.
- FROMLET, H. (2001). “Behavioral finance-theory and practical application: systematic analysis of departures from the homo oeconomicus paradigm are essential for realistic financial research and analysis”. Business Economics, 36, 3, pp. 63-69. <https://www.jstor.org/stable/23488166>.
- GÓMEZ-LIMÓN, J. A. (2017). “Aplicación de la teoría de la prospectiva a las finanzas: hacia un nuevo paradigma”. RA&DEM: Revista de Administración y Dirección de empresas, 1. <http://hdl.handle.net/10396/16259>.

- HENS, T. y MEIER, A. (2016). “Finanzas conductuales: la psicología de la inversión”. Finance White paper, Credit Suisse AG. <https://www.credit-suisse.com/media/assets/private-banking/docs/es/wp-07-behavioral-finance-es.pdf>.
- HERNÁNDEZ-RECHE, V. (2017). “El sesgo de decisión en la inversión financiera”. Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Barcelona. <https://hdl.handle.net/10803/457889>.
- JOHNSON, D. D. P., D. T. BLUMSTEIN, J. H. FOWLER, y HASELTON, M. G. (2013). “The evolution of error: error management, cognitive constraints, and adaptive decision-making biases”. Trends in ecology & evolution, 28, 8, pp. 474-481. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.05.014>.
- KAHNEMAN, D. y TVERSKY, A. (1979). “Prospect theory: An analysis of decision under risk”. Econometrica, 47, 2, pp. 263-292. <https://www.jstor.org/stable/1914185>.
- KAHNEMAN, D. y TVERSKY, A. (1987). “Teoría prospectiva: un análisis de la decisión bajo riesgo”. Estudios de Psicología, 8, 29-30, pp. 95-124. <https://doi.org/10.1080/02109395.1987.10821483>.
- KINDLEBERGER, C. P. y ALIBER, R. Z. (1978). “Manias, panics and crashes: a history of financial crises”. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1057/9780230536753>.
- KŐSZEGI, B. y RABIN, M. (2007). “Reference-dependent risk attitudes”. American Economic Review, 97, 4, pp. 1047-1073. <https://doi.org/10.1257/aer.97.4.1047>.
- LEÓN, O. G. (1987). “La toma de decisiones individuales con riesgo desde la psicología”. Estudios de Psicología, 8, 29-30, pp. 79-94. <https://doi.org/10.1080/02109395.1987.10821482>
- LINARES, P., RAMOS, A., SÁNCHEZ, P., SARABIA, Á. y VITORIANO, B. (2001). “Modelos matemáticos de optimización”. http://www.academia.edu/download/31277585/modelado_en_gams.pdf.
- LIST, J. A. (2004). “Neoclassical theory versus prospect theory: evidence from the marketplace”. Econometrica, 72, 2, pp. 615-625. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0262.2004.00502.x>
- MARTÍN, R. D. (2015). “La relación entre las teorías sobre el efecto herding y el contexto financiero español”. <http://hdl.handle.net/11531/3791>.

- MORGENSTERN, O. y VON NEUMANN, J. (1944). Theory of games and economic behavior, Princeton University Press.
- MURFIN, J. y PRATT, R. (2019). “Comparables pricing”. The Review of Financial Studies, 32, pp. 688-737. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhy047>.
- NASH, J. (1951). “Non-cooperative games”. The Annals of Mathematics, 54, 2, <https://www.jstor.org/stable/1969529>
- PLATT, M. L. y HUETTEL, S. A. (2008). “Risky business: the neuroeconomics of decision making under uncertainty”. Nature neuroscience, 11, 4, pp. 398-403. <https://doi.org/10.1038/nn2062>.
- POMPIAN, M. (2011). “Behavioral finance and wealth management: how to build investment strategies that account for investor biases”. John Wiley & Sons.
- POST T, VAN DEN ASSEM MJ, BALTUSSEN G, y THALER RH. (2008): “Deal or no deal? Decision making under risk in a large-payoff game show”. American Economic Review, 98, 1, pp. 38-71. <https://doi.org/10.1257/aer.98.1.38>.
- SIMON, H. A. (1972). “Theories of bounded rationality”. Decision and organization, 1, pp. 161-176.
- STANOVICH, K. E. y WEST, R. F. (2000). “Individual differences in reasoning: Implications for the rationality debate?”. Behavioral and brain sciences, 23, 5, pp. 645-665.
- 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, pp. 332-382. <https://doi.org/10.1257/jel.38.2.332>.
- THALER, R. (1985). “Mental accounting and consumer choice”. Marketing Science, 4, 3, pp. 199-214. <https://doi.org/10.1287/mksc.4.3.199>.
- TVERSKY, A. y KAHNEMAN, D. (1983). “Extensional versus intuitive reasoning: the conjunction fallacy in probability judgment”. Psychological Review, 90, 4, pp. 293-315. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-295X.90.4.293>.
- TVERSKY, A. y KAHNEMAN, D. (1992). “Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty”. Journal of Risk and Uncertainty, 5, 4, pp. 297-323. <https://doi.org/10.1007/BF00122574>

- VENKATRAMAN, V., HUETTEL, S. A., CHUAH, L. Y., PAYNE, J. W., y CHEE, M. W. (2011). “Sleep deprivation biases the neural mechanisms underlying economic preferences”. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 31, 10, pp. 3712-3718. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4407-10.2011>.
- VITORIANO, B. (2007). “Teoría de la decisión: decisión con incertidumbre, decisión multicriterio y teoría de juegos”. Universidad Complutense de Madrid, 107. https://mimateriaenlinea.unid.edu.mx/dts_cursos_md/pos/AN/MTD/AM/10/Teoria.pdf.
- WAKKER, P. P. (2008). “Prospect theory: for risk and ambiguity”. Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/9780521748681>.
- WITT, U. y BINDER, M. (2013). “Disentangling motivational and experiential aspects of “utility” – A neuroeconomics perspective”. *Journal of Economic Psychology*, 36, pp. 27-40. <https://doi.org/10.1016/j.joep.2013.02.001>.
- ZAFIROVSKI, M. (2016). “Rational choice theory at the origin? Forms and social factors of “irrational choice”.”. *Social Epistemology*, 30, 5-6, pp. 728-763. <https://doi.org/10.1080/02691728.2016.1172358>.