

Actitud ante el riesgo: enfoques antropológico, matemático y filosófico

Miguel YARZA

Universidad Pontificia de Comillas

1.- La idea de riesgo

La palabra riesgo es de uso corriente en el lenguaje común. El Diccionario de la Real Academia Española (DRAE) lo define, en su primera acepción, como contingencia o proximidad de un daño. A su vez contingencia la define como posibilidad de que una cosa suceda o no suceda. Un ejemplo clásico de su uso es: el cáncer de pulmón es uno de los mayores riesgos que afectan a los fumadores. En esta acepción, el riesgo queda asociado básicamente a la incertidumbre y al daño y es el significado, que con una cierta ambigüedad, normalmente adquiere en la conversación corriente. Adicionalmente se definen en el DRAE una serie de riesgos cualificados como, por ejemplo, “Riesgo de mercado”: Incertidumbre para un inversor ... derivada de que los cambios que se producen en los mercados, ... alteren el precio de sus activos¹.

¹ Concretamente en el DRAE aparecen las siguientes acepciones de riesgo: 1. Contingencia o posibilidad de un daño. 2. Cada una de las contingencias que pueden ser objeto de un contrato de seguro.

Adicionalmente se definen riesgos cualificados: entre ellos los siguientes: 1. Riesgo de crédito. Riesgo que sufre una entidad financiera derivada de la no devolución en plazo de los créditos concedidos a sus clientes. 2. Riesgo de mercado. Incertidumbre para un inversor o entidad financiera derivada de que los cambios que se producen en los mercados, por ejemplo, en los tipos de interés de cambio etc., alteren el precio de sus activos. 3. Población de riesgo. Conjunto de personas que por sus características genéticas físicas o sociales son más propensas a padecer una enfermedad determinada. 4. Deporte de riesgo. Deporte que consiste en la práctica de una actividad física que supone un gran peligro.

Las distintas disciplinas que consideran el riesgo de una manera más específica, buscan definiciones más precisas adecuadas a los objetivos que persiguen. De esta manera a la ambigüedad de las definiciones que podríamos llamar de amplia gama se unen otras de mayor precisión que suponen concepciones distintas e incluso contradictorias y todo ello conduce, con no poca frecuencia, a un uso equivoco del término riesgo.

Por ejemplo, en el artículo que la Enciclopedia Filosófica de la Universidad de Stanford dedica al riesgo se identifican cinco acepciones básicas como marco para su análisis filosófico, dejando fuera otras de carácter más técnico que se establecen para campos especializados. La primera coincide con la del DRAE que se acaba de considerar y las otras son las siguientes: 2. La causa de que un suceso no deseado pueda ocurrir o no. 3. La probabilidad de que un suceso no deseado ocurra o no. 4. La esperanza matemática de un suceso no deseado que puede ocurrir o no. 5. El hecho de que una decisión se tome en condiciones de probabilidades conocidas (“decisión en riesgo” como opuesta a “decisión en incertidumbre”)²

La segunda se refiere a un término tan controvertido filosóficamente (especialmente en el campo de la filosofía de la ciencia) como causa; La tercera se refiere, si ha de ser precisa, a un concepto matemático (en otros campos la palabra probabilidad tiene un carácter vago o recurre a su relación con el concepto matemático); la cuarta al resultado de un algoritmo matemático (muy sencillo pero un algoritmo al fin), en donde además está implicada otra variable: la envergadura del riesgo. Es claro que en el análisis del riesgo intervendrán la causalidad, la probabilidad y la esperanza matemática, pero en el ámbito de este trabajo, por claridad y coherencia, se van a excluir de su definición.

Y las acepciones de contingencia son: 1. Posibilidad de que algo suceda o no suceda. 2. cosa que puede suceder o no suceder. 3. Riesgo

² In non-technical contexts, the word “risk” refers, often rather vaguely, to situations in which it is possible but not certain that some undesirable event will occur. In technical contexts, the word has several more specialized uses and meanings. Five of these are particularly important since they are widely used across disciplines:

1. risk = an *unwanted event* which may or may not occur.

An example of this usage is: “Lung cancer is one of the major risks that affect smokers.”

2. risk = the *cause* of an unwanted event which may or may not occur.

An example of this usage is: “Smoking is by far the most important health risk in industrialized countries.” (The unwanted event implicitly referred to here is a disease caused by smoking.) Both (1) and (2) are qualitative senses of risk. The word also has quantitative senses, of which the following is the oldest one:

3. risk = the *probability* of an unwanted event which may or may not occur.

This usage is exemplified by the following statement: “The risk that a smoker's life is shortened by a smoking-related disease is about 50%.”

4. risk = the statistical *expectation value* of an unwanted event which may or may not occur.

The expectation value of a possible negative event is the product of its probability and some measure of its severity. It is common to use the number of killed persons as a measure of the severity of an accident. With this measure of severity, the “risk” (in sense 4) associated with a potential accident is equal to the statistically expected number of deaths. Other measures of severity give rise to other measures of risk.

Although expectation values have been calculated since the 17 century, the use of the term “risk” in this sense is relatively new. It was introduced into risk analysis in the influential Reactor Safety Study, WASH-1400, (Rasmussen et al., 1975). Today it is the standard technical meaning of the term “risk” in many disciplines. It is regarded by some risk analysts as the only correct usage of the term.

5. risk = the fact that a decision is made under conditions of *known probabilities* (“decision under risk” as opposed to “decision under uncertainty”)

In addition to these five common meanings of “risk” there are several other more technical meanings, which are well-established in specialized fields of inquiry. (Hansson, 2014)

La quinta definición se refiere a un hecho relativo a una decisión; es decir se trata de un acto humano (el hecho de tomar una decisión) lo que implica que es un momento de la conducta humana; o sea, se trata de algo fundamentalmente antropológico (entendiendo la palabra en su sentido más amplio) y en consecuencia propicio a su análisis desde las ciencias humanas.

Pero en la definición en consideración se añade que tal decisión se toma en condiciones de probabilidades conocidas, y se hace énfasis en excluir explícitamente el que se tome en condiciones de incertidumbre (que es algo que radica en el humano que toma la decisión). Esto hace tal acepción muy restrictiva. Por ejemplo, aun entendiéndose como se quiera la palabra probabilidad, la decisión en riesgo de un inversor en el mercado de valores (que citábamos anteriormente definida por el DRAE) nunca se toma en condiciones de probabilidades conocidas.

Y llevando el rigor del análisis de la definición en consideración al extremo, nunca es posible pues la probabilidad es un ente matemático que el humano podrá estimar pero no conocer, aunque en algunas ocasiones tal estimación se ajuste muy estrechamente al concepto matemático y a efectos prácticos ambos se fundan.

Tras estas consideraciones, en este trabajo, se va a entender por: Tomar una decisión en situación de riesgo (o abreviadamente decidir en riesgo): el hecho de que una decisión se tome en condiciones de incertidumbre. Y el siguiente desarrollo va a tener como núcleo el análisis de tal tipo de hechos. Pero no se va a rehuir el uso de la palabra riesgo con los significados que adquiere en el lenguaje corriente, siempre que ello no induzca a error.

En un punto vamos a violentar un poco el lenguaje común: la palabra riesgo se utiliza, con frecuencia, con un sesgo hacia la posibilidad de sufrir un daño como señala el DRAE. Aquí se va a considerar de una manera más general como aquello que acompaña a una acción decidida en un estado de incertidumbre sea ello beneficioso a dañino.

Por ejemplo, si construimos un producto cuya venta estimamos que nos va a producir un beneficio de entre 1000 y 3000 € (por ejemplo suponiendo que el beneficio es una variable aleatoria con una distribución uniforme en ese intervalo) nos hemos embarcado en una operación de riesgo aunque lo que obtengamos de ella sea siempre un beneficio: siempre por encima de los 1000 € y con una esperanza (más adelante volveremos sobre la significación de esto) de 2000. El riesgo proviene de la incertidumbre.

Por el contrario, si hemos vendido nuestro producto antes de su construcción con un margen de 2000 € nuestro negocio no supone una operación de riesgo. Se trata de una situación determinista. Tendremos un beneficio fijo de 2000 €.

La decisión en riesgo implica cuatro factores principales que maneja de manera más o menos consciente la persona que decide: la percepción de algo como objeto de riesgo; las probabilidades (de momento se utiliza ese término con el impreciso sentido del lenguaje corriente) asociadas a ese riesgo; la importancia que se le concede; y la peculiar manera del individuo de relacionarse con él (aversión, indiferencia o propensión). El presente estudio se va a centrar, principalmente, en el último de ellos que se va a denominar actitud ante el riesgo

2.- Enfoque

Dado que todo ello forma parte de la conducta humana, una primera forma de acercarse a su análisis es mediante una descripción en profundidad; otra es apoyarse en el soporte que suministran las ciencias humanas; un tercero es tratar de encontrar modelos matemáticos que

se ajusten a esa conducta y una cuarta que califico de filosófica es establecer los nexos entre las diversas perspectivas y valorar su grado de congruencia y validez.³

Este estudio trata de apoyarse en todas estas perspectivas pero busca hacer énfasis en como la matemática puede ser válida y útil como modelo de la conducta humana en situaciones de riesgo. Y esto entendido de dos maneras: como recurso de la persona que le ayude a evaluar su situación de riesgo y como visión desde fuera de esa persona que permita entender un determinado comportamiento.⁴

Este trabajo se enmarca dentro de un proyecto más general que está desarrollando su autor, y de cuyo planteamiento y alcance general se ocupa la tesis que ha desarrollado recientemente: [Yarza, M., 2013, *Azar, probabilidad e incertidumbre. Una investigación filosófica sobre la tensión entre la matemática y su aplicación, apoyada en varios enfoques epistémicos*. <https://www.educacion.es/teseo/mostrarRef.do?ref=1057800>], y en particular en su capítulo 9: Incertidumbre y acción, pp 243-269. Y viene precedido de unos trabajos puntuales que desarrollan ciertos aspectos de la tesis y que establecen las bases en que se basa el presente. Estos trabajos son: [Yarza, M., 2009, Construcción y conceptualización del azar, *Actas del VI Congreso de la Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia en España*, Valencia] en donde se indaga sobre el origen del azar controlado que a su vez está en

³ En un trabajo reciente desarrollé este tema con mayor detalle:

La conducta humana se puede observar bajo muy variadas perspectivas. Quizás la más inmediata es la meramente narrativa aunque esté siempre sesgada hacia lo que se narra y como se hace. Otras perspectivas pueden tratar de precisar la narración mediante, por ejemplo, la introspección más o menos profunda o la búsqueda de la pura descripción fenomenológica. Hay otras que en mayor o menor medida tratan de proyectar un cierto aparato teórico sobre la realidad (o bien tratan de construirlo a partir de ella) como puede ser la psicología, la sociología, la antropología, la economía, la historia, etcétera. Una perspectiva adicional es la puramente matemática. Dado, que la realidad a la que se enfocan todas estas perspectivas es única, la visión más rica se alcanzaría mediante una armonización coherente de todas las perspectivas.

La perspectiva matemática presenta varias peculiaridades. Una primera, de carácter más bien extrínseco, es que, comparada con otras, se ha utilizado relativamente poco con algunas excepciones puntuales de las cuales la más relevante es la económica.

Por otra parte desde que Hilbert arranca el proceso de estricta formalización de la matemática, que en su parte más relevante para este trabajo, la teoría de la probabilidad, se consagra con Kolmogorov, se produce un corte tajante (un salto ontológico) entre el mundo estrictamente matemático y su aplicación a cualquier mundo distinto de él, de manera que es fuera de la matemática en donde se tiene que buscar la justificación para modelar matemáticamente cualquier tipo de realidad. Pero desde el otro ángulo, una vez que se admiten los axiomas, las verdades a que se llega en la matemática tienen un carácter apodíctico que no se alcanza en ningún otro tipo de conocimiento.

Es precisamente este carácter estrictamente formalizado de la matemática el que induce su falta de ductilidad para plegarse a un fenómeno tan multiforme y de difícil definición como es la conducta humana. Ello implica mantener claramente diferenciados los niveles de la realidad y el modelo. Siempre los modelos cercenan y simplifican las realidades pero, en este caso, tal riesgo es más acentuado que en otras situaciones. (Yarza, 2016)

⁴ En el mismo trabajo citado de la nota anterior se expresa:

El modelo [matemático] se puede emplear para cumplir dos funciones distintas. Por una parte como un recurso de la persona que actúa: Normalmente el individuo, que podemos denominar común, en los actos del discurrir de su vida cotidiana, diferencia grados de incertidumbre y pondera valores buscando un equilibrio y lo que ve como una mejor expectativa, y esto en muchas ocasiones lo hace de una manera automática o casi automática y en otras con un mayor o menor grado de conciencia y nivel de reflexión. Lo que no hace casi nunca es plantearse todo ello de una manera cuantificado dentro de un modelo matemático. Al menos mientras su acto no alcance un cierto nivel de importancia...

La otra forma de empleo es la que se podría denominar “desde fuera”: sobre la narración de la conducta de un individuo que hemos denominado “común”, que actúa tras un nivel de reflexión baja y sobre todo muy poco formalizado, que podríamos calificar de intuitivo, tratar de proyectar un modelo matemático que de razón de su conducta. (Yarza, 2016)

el origen de la actual teoría de la probabilidad; [Yarza, M, 2014a, La peculiaridad de la probabilidad. En Villar, A. y Sánchez, A. editores: *Una ciencia humana*, Comillas], que analiza las peculiaridades, que dentro de la matemática, presenta la probabilidad. Y finalmente en: [Yarza, M. 2014b La matemática y la incertidumbre humana. *Primer Congreso Internacional de la Red Española de Filosofía, Valencia, septiembre 2014*] y [Yarza, M. 2015 La conducta humana y la matemática, *Actas del VIII Congreso de la Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia en España, Barcelona*] y [Yarza, M., 2016, Incertidumbre humana y probabilidad matemática en la sociedad de riesgo. *Segundo Congreso Argentino de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Bariloche*] que se centran en analizar la forma y con que limitaciones la probabilidad matemática puede modelizar la incertidumbre humana.

3.- Actitud ante el riesgo: Primera aproximación

Vamos a comenzar estudiando el cuarto factor básico de la decisión en riesgo que hemos considerado hace un momento: la actitud ante el riesgo de la persona implicada. Lo hacemos dejando los otros factores en la penumbra inicialmente para focalizar mejor el análisis.

La postura de una persona frente al riesgo, ante una situación concreta, puede ser de indiferencia, de aversión o de propensión, siendo la indiferencia la frontera entre las otras dos. La indiferencia aquí se entiende de una manera muy precisa: es la de aquella persona a la que le es indiferente recibir un cierto beneficio con certeza (sería negativo si fuera una pérdida) que embarcarse en una operación incierta pero con la misma esperanza matemática. Diremos que actúa con aversión al riesgo si se inclina por la certeza frente a una opción en incertidumbre de mayor esperanza; y por el contrario con propensión si prefiere una opción en incertidumbre con menor esperanza que la opción en certeza

Volviendo por un momento al ejemplo anterior de la producción y venta de un producto (obviando de nuevo las asunciones que no se hacen explícitas), si la persona implicada no tuviera preferencia (fuera indiferente) por los 2000 € seguros o el beneficio variable entre 1000 y 3000 € (con la función de probabilidad considerada, que tiene una esperanza matemática de también 2000 €) diríamos que actúa con indiferencia al riesgo. O poniéndolo más llamativo, también sería indiferente ante el riesgo si no tuviera preferencia entre los 2000 € seguros y un beneficio que oscilara entre -1000 € (es decir, una pérdida de 1000 €) y 5000 €, (con también una distribución uniforme en ese intervalo) que también tiene una esperanza matemática de 2000 €.

Actuaría con aversión al riesgo, por ejemplo, si rebajara y aceptara un beneficio fijo de 1500 frente al incierto de entre 1000 y 3000. Por el contrario actuaría con propensión al riesgo si rechazara una propuesta de beneficio fijo de 2500 frente a la incierta de entre 1000 y 3000: con esta última opción podría ganar 3000 €, pero la esperanza es de solo 2000, inferior a los 2500 fijos.

4.- Riesgo y azar controlado

Vamos a recurrir a un ejemplo todavía más sencillo para profundizar en la actitud frente al riesgo y aclarar algunos temas que están implícitos en el ejemplo anterior: Supongamos que nos ofertan elegir entre aceptar un regalo de 10 € u otro de 30 si al lanzar una moneda al aire sale cara. Si nos queremos ajustar al razonamiento anterior tenemos que comenzar por fijar que probabilidad tenemos de ganar 30 €, y la contestación inmediata (y sensata) es $\frac{1}{2}$. Y es

que a todos los efectos prácticos de elaboración posterior esa asunción es válida. En realidad estamos despreciando (debido a la nimia importancia que le concedemos y tienen) algunos hechos: el primero es que la moneda no está diseñada como un “generador de azar controlado” (un dispositivo que se diseña y construye para producir eventos con probabilidades conocidas) como si lo es, por ejemplo, un “dado”, y podría suceder que los relieves en sus superficies pudieran influir en las probabilidades; tampoco se tiene en cuenta que, aunque se tratara de un diseño como generador de azar, toda producto se construye con unas tolerancias, es decir, no se ajusta al diseño ideal; e incluso cabe la posibilidad de que un lanzador hábil (y mal intencionado) lanzará la moneda de manera que se produjeran más cruces que caras;...

El problema fundamental estriba en establecer el nexo entre el comportamiento de unos dispositivos físicos y unas entidades matemáticas (que están en otro nivel ontológico) como son la probabilidad o la esperanza matemática. En este caso concreto establecer ese nexo es muy sencillo porque los generadores de azar controlado están diseñados y contruidos para ajustarse perfectamente al modelo matemático, de ahí su importancia (más allá de los “juegos de azar) para valorar la fiabilidad de otras formas de estimar probabilidades.

En conclusión: la estimación de que la probabilidad de obtener una cara es $\frac{1}{2}$ es de una fiabilidad extrema.⁵

Tras constatar tal ajuste nos vamos a mover en el mundo estrictamente matemático: estamos considerando lo que en este mundo se denomina una variable aleatoria que, por ejemplo, podemos llamar beneficio que puede tomar el valor 0 o el valor 30 cada uno de ellos con una probabilidad de $\frac{1}{2}$. Se llama media o esperanza matemática al sumatorio de los productos de los valores que puede tomar la variable por su correspondiente probabilidad. Es decir en este caso la esperanza matemática del beneficio es de 15 €.

Si volvemos por un momento al mundo antropológico nos encontramos, frecuentemente,

⁵ En mi trabajo: “Construcción y conceptualización del azar” trato con mayor detalle este tema. Seleccione de él unos párrafos que me parecen relevantes para las consideraciones actuales:

El descubrimiento y el uso del azar, probablemente, se genera en tiempos muy remotos alrededor de objetos no muy regulares, como las tabas, que adoptan una posición no predecible a priori por parte de la persona que los manipula, por ejemplo, lanzándolos al aire. A partir de este *descubrimiento* evoluciona un proceso de diseño, construcción y uso de objetos del tipo citado hasta alcanzar un elevado grado de perfección técnica...

El constructor de estos objetos se encuentra con un requisito: que adopten varias posiciones con igual *probabilidad*. Aunque esta palabra no existe es claro lo que supone como especificación para el *ingeniero* que trata de construirlo, que probablemente entenderá que su producto es una aproximación al diseño ideal dentro de una cierta *tolerancia*...

En el siglo XVII se producen una serie de aproximaciones y estudios, desde distintos personajes y ámbitos, que se concentra alrededor de la idea de probabilidad como un concepto matemático. Esta nace unida a una idea más amplia, la incertidumbre, con sus claras connotaciones antropológicas.... al final del siglo XVIII las ideas se han consolidado, la teoría de la probabilidad ha alcanzado un notable desarrollo y Laplace elabora un tratado orgánico y completo de la materia, y establece su famosa definición “clásica” de probabilidad.... Es en la primera mitad del siglo XX, cuando dentro de una marea de formalización lógica del fundamento de la matemática, Kolmogorov define la axiomática que permite establecer la probabilidad en términos puramente matemáticos libres de toda *contaminación* física o humana...

A partir de esta formalización, y dentro del mundo estrictamente matemático, se puede definir un algo llamado *dado* con el mismo grado de abstracción que, por ejemplo, elipse ó logaritmo ó derivada, mediante un espacio muestral de seis sucesos elementales a cada uno de los cuales se le asigna la probabilidad $\frac{1}{6}$. Y mediante esta definición el *dado* puede entrar con todo rigor dentro del mundo matemático. Naturalmente de la misma manera se puede definir una moneda. (Yarza, 2009)

con la opinión de que en igualdad de otras circunstancias el individuo trata de elegir aquella alternativa que supone una mayor esperanza. Y si preguntamos cual es la razón de tal elección la contestación más común es que “a la larga” es la más rentable, y de una manera algo más precisa que ese beneficio es el que obtendremos por termino medio.

Volvamos nuevamente al mundo estrictamente matemático que nos puede explicar que quiere decir ello: Supongamos que repetimos 1000 veces el sorteo entre cero y 30 y que llamamos “y” a una nueva variable aleatoria que es la suma de los beneficios obtenidos en esas mil experiencias y “x” a otra variable aleatoria que es el tanto por uno de veces que hemos obtenido cara, es decir que $y = x * 30 * 1000$. Pues bien, matemáticamente se demuestra, es decir de una forma apodíctica, que “y” tiene una distribución normal, y que la probabilidad de que tome un valor superior a 13536 es del 99.9%; es decir, solo, del orden de una entre mil veces el beneficio total será menor de esa cantidad; o lo que es lo mismo el beneficio medio de los mil sorteos será mayor de 13.5 € en el 99.9% de los casos. O bien reduciendo los márgenes de confianza: en el 90% de los casos ese beneficio medio estará entre 14.6 y 15.4 €. ⁶

Y sin entrar más en el detalle matemático, esto implica que el valor medio del beneficio, cuando el experimento se repite muchas veces (“a la larga”) estará muy próximo a la esperanza matemática.

Pero esta conclusión ya no se obtiene al nivel epistemológico de la antropología sino del de la matemática y en consecuencia su validez es la propia del lenguaje matemático, es decir, la que se califica de apodíctica. Y, en este caso concreto, como el ajuste entre ambas epistemologías es casi perfecto, a efectos prácticos, esta conclusión, cuando se revierte al mundo antropológico, es también prácticamente apodíctica. Y en mi opinión esta conclusión es muy importante en contraste con otras muchas en que las que están implicadas probabilidades, entendidas de otra manera o bien de un modo vago, y en donde las consecuencias están muy lejos de ser apodícticas.

Si el único factor que contará para decidir la opción en el ejemplo que se está considerando de aceptar un regalo de 10 € u otro de 30 si al lanzar una moneda al aire sale cara, fuera el de mayor esperanza matemática, es claro que la alternativa que se elegiría sería la opción en incertidumbre pues tiene una esperanza de 15 € frente a la correspondiente a la certeza de solo 10. Pero es claro que esto no es así en muchos casos pues interviene otro factor, muy ligado a la personalidad concreta de quien decide, que es su actitud ante el riesgo.

5.- Prima de riesgo

Dentro de un momento vamos a volver sobre este ejemplo, pero vamos a pasar a otro que supone un simple cambio de escala (y empezamos a rozar el tema de la importancia o envergadura de aquello sobre lo que se decide) que nos va a permitir ver con más detalle las consideraciones que están detrás de una decisión de este tipo:

Supongamos que a un joven estudiante su familia le ofrece regalarle un coche con unas

⁶ Efectivamente: el tanto por uno, x, de aciertos obtenidos tiene una distribución normal con media $m = 0.5$ y desviación típica, $s = 0.5 / \text{raíz}(1000) = 0.0158$. Para esta variable aleatoria, x, con distribución normal se verifica: $p(x > m - 3.09 * s) = 0.999$; por consiguiente, $p(x > 0.4512) = 0.999$; y dado que el beneficio total que se obtiene “y”, está relacionado con “x” mediante: $y = x * 30 * 1000$; entonces $p(y > 0.4512 * 30 * 1000) = 0.999$; $p(y > 13536) = 0.999$. Es decir, la probabilidad de ganar más de 13500 € es superior al 99.9%.

De la misma manera $p(m - 1.645 * s < x < m + 1.645 * s) = 0.9$: lo que implica $p(14.6 < y < 15.4) = 0.9$

prestaciones mínimas que cuesta 10000 € y le resuelve sus problemas de movilidad. (Se buscan cifras redondas por claridad en la exposición aunque no sean estrictamente realistas). Pero a nuestro joven el coche que realmente le gustaría es uno que cuesta 30000 €. Entonces su familia le da a elegir entre el primero o el segundo, pero este último jugado a cara o cruz.

Si el joven en estas circunstancias fuera indiferente al riesgo elegiría, claramente la segunda opción pues su esperanza matemática de 15000 € es muy superior a la primera de solo 10000 €. Sin embargo, es muy probable que el joven reflexione de la siguiente guisa: con el pequeño utilitario resuelvo perfectamente mi problema y no me compensa el riesgo (y en este momento la palabra no conlleva ninguna precisión técnica) de perderlo todo por intentar cumplir mi gusto de forma más completa, y se decantaría por la primera opción.

Es decir, estaría poniendo de manifiesto su aversión al riesgo. Pero si tensamos la cuerda para medir de una manera más precisa (ahora más técnica) su aversión al riesgo, rebajamos la cantidad que le entregamos seguro a 7000 €. Aun puede hacer el razonamiento: quizás no me resulte demasiado difícil conseguir los 3000 € restantes y aun me quedo con la cantidad fija. Pero bajamos nuevamente y ahora solo le ofrecemos 6000 €. El razonamiento podría ser ahora: pues me arriesgo a conseguir lo que quiero. Si lo pierdo y en consecuencia también los 6000 € ya aparecerá otra ocasión.

Así se puede ajustar la postura de indiferencia que supongamos que se establece en 6500 €. Es decir, le da lo mismo los 6500 € fijos que los 30000 a una probabilidad del 50%. A esta cantidad la denominaremos equivalente de certeza y a la diferencia con la esperanza matemática de la situación de incertidumbre a la que es equivalente, es decir, con 15000 € que son 8500 € la denominaremos prima de riesgo. La prima de riesgo relativa sería la absoluta dividida por la esperanza matemática. En este caso: $8500 / 15000 = 57\%$ ⁷

Es decir, ello implica que por término medio (ahora en el sentido estadístico de los grandes números) se dejan de ganar 8500 € por cada operación de este tipo que se realiza. O dicho en positivo, si se adopta la posición de riesgo se gana por término medio una prima de riesgo adicional de 8500 € sobre los 6500 de la opción segura

Con lo expuesto hasta aquí se puede expresar el punto de indiferencia fijado, diciendo que las dos opciones que le presentan le suponen un mismo grado de utilidad, utilizando esta última palabra en su sentido común (que le produce el mismo grado de provecho) sin ninguna precisión técnica.

Hasta aquí tan solo se ha hecho la descripción de una situación y un posible comportamiento humano frente a ella, bajo el foco de las probabilidades e introduciendo algunas definiciones. Pero el núcleo de la narración se refiere a las peculiaridades del individuo y de la situación. No hay ninguna razón matemática para que su prima de riesgo relativa esté en el 57%, y es perfectamente concebible que otro estudiante, por ejemplo más osado, la situara en el 30%. Es decir, podrían ser disciplinas antropológicas como la psicología o la sociología las que podrían indagar en explicaciones de este tipo de comportamientos. En algunas ocasiones se confunde el ropaje numérico en que se expresan

⁷ En otras circunstancias la prima de riesgo se entiende de una manera parecida pero no igual. Un ejemplo más realista y actual puede servir para explicar la diferencia: Un país A emite deuda soberana a un año a un 2%. Es decir, compro hoy por aproximadamente 98 € un derecho a cobrar dentro de un año 100 €. Otro país B emite la misma deuda, pero solo logra colocar el derecho a recibir 100 € al cabo de un año por 94 € hoy. Y un inversor en un mercado totalmente libre y transparente se muestra indiferente ante ambas opciones. La razón de comprar más barato al país B que al A se debe a una menor confianza en que B cumpla su compromiso. A la diferencia de precios: $98 - 94 = 4\%$ se la llama prima de riesgo relativa.

estos temas con una deducción matemática. Esta tan solo se puede producir posteriormente a partir de estos datos.⁸

Volviendo al ejemplo inicial de elegir entre aceptar un regalo de 10 € u otro de 30 si al lanzar una moneda al aire sale cara y aplicando el mismo esquema de análisis es muy probable que la mayoría de la gente, si no está en una situación de fuerte pobreza, eligiera la opción en incertidumbre que supone que asumiría una prima de riesgo relativa por debajo del 33%. Es más, mucha gente probablemente se acercaría a una prima de riesgo próxima a cero (es decir, indiferencia ante el riesgo) mostrando indiferencia entre 15 € seguros y 30 a cara o cruz. Es decir se ve claramente que la actitud frente al riesgo es muy sensible al tercer factor básico que hemos planteado: la envergadura o importancia que concedemos al objeto de la decisión. Pero este tema quedará más claro volviendo al tema del regalo del coche cambiando las condiciones.

6.- Suma de pequeños riesgos

Supongamos que la elección es ahora entre los 10000 € o un sorteo que se repite 1000 veces en cada ocasión de 30 € a cara o cruz. También la esperanza matemática de esta segunda opción es de 15000 €. Pero ahora la incertidumbre es muchísimo menor: según hemos expuesto anteriormente, por ejemplo, el obtener un beneficio total de entre 14600 y 15400 € es del 90%.

Una persona con una mínima intuición para entender las situaciones de incertidumbre se percatará perfectamente que la elección de la opción en incertidumbre es mucho más favorable que la correspondiente a la certeza, aunque no sea capaz de cuantificar la ventaja.⁹ Si nuestro estudiante cursa una carrera de matemáticas probablemente la cuantifique con facilidad.

¿Cómo se expresa este cambio matemáticamente?: En relación con una variable aleatoria ya hemos definido y utilizado el parámetro básico de la esperanza o media. Hay un segundo parámetro que es la desviación típica (también de muy fácil cálculo) que mide como de dispersos están los valores posibles, ponderados por su probabilidad, a la media. En el primer caso: único sorteo a cara o cruz de 30000 € esta desviación típica es de 15000 € y en el segundo caso: 1000 repeticiones del sorteo a cara o cruz de 30 € es de menos de 500 € (es decir, unas 30 veces menos).

Generalicemos a partir de lo que sugieren estos ejemplos hacia el mundo de la antropología: la envergadura o importancia que le concedemos a una decisión en incertidumbre es función básicamente del número de situaciones de similar envergadura que

⁸ Y efectivamente, alrededor de la actitud del individuo ante el riesgo y la utilidad (definida de forma más precisa que la aquí utilizada) hay una amplia literatura y unos profundos desarrollos matemáticos. Pero en este trabajo solo se van a utilizar los conceptos más importantes a un nivel elemental. Se puede consultar, por ejemplo: (Arrow, 1971), (Anand, 1995)

⁹ Hay personas que en una situación de incertidumbre tienen una mejor percepción de las débiles señales del entorno, que elaboran mejor y hacen presentes las experiencias y conocimientos que puedan tener una mayor relevancia y que tienen una intuición más certera de la comprensión de la incertidumbre en que se hallan, aunque todo ello se produzca a un nivel en gran medida inconsciente, que les lleva a establecer unas probabilidades (aunque a este nivel no impliquen una cuantificación numérica) más “fiabiles”. De estas personas se puede decir que son perspicaces frente a la probabilidad. Es decir, “tienen una penetración de ingenio o de entendimiento” [DRAE] frente a la probabilidad.

En otro lugar he propuesto una aproximación a la medida de esta perspicacia (Yarza, 2013)

se presentan en un periodo largo de la vida y de la valoración que se hace de aquello que está en juego. Ambas cosas son difíciles de fijar pero, por ejemplo, se podría tratar de encontrar una aproximación entre el valor que le concedemos a algo y el tiempo de trabajo que nos costaría obtenerlo. Por ejemplo si los ingresos anuales de un individuo son 60000 €, la apuesta sobre los 30 € se haría, aproximadamente, sobre una hora de su trabajo y la apuesta del coche de 30000 por medio año de trabajo. Si el salario anual fuera de 20000, los correspondientes valores serían de 3 horas y año y medio respectivamente.

Cabe suponer, de una manera general, que el número de situaciones de incertidumbre se incrementa al reducirse su importancia y, también de una manera general, que las primas de riesgo relativas que se admiten disminuyen al disminuir la importancia de la situación. Aquel individuo que admita primas de riesgo relativas altas en situaciones de poca envergadura obtendrá menos “beneficio” en la vida que aquel que no lo haga. Quizás el indagar en la primas de riesgo relativas que un individuo admite en decisiones asociadas al trabajo propio de una hora, un día, un mes y un año de trabajo, que son proporcionales aproximadamente a 1, 10, 200 y 2000, sugiera una curva que refleje la actitud psicológica de tal persona ante el riesgo.

Naturalmente todas estas no son más que hipótesis que quizás sería bueno contrastar desde la investigación de las ciencias sociales.

7.- El comercio del riesgo

Vamos a cambiar nuevamente la escala de nuestro ejemplo del coche, ahora hacia volúmenes implicados más altos que creo que nos permitirá acercarnos al tipo de conducta que siguen ciertos agentes: Supongamos que en la universidad de nuestro estudiante haya 100 compañeros que reciban la misma oferta de un regalo de 10000 € u otro de 30000 si al lanzar una moneda al aire sale cara y que todos ellos se inclinan por la opción segura. Puede aparecer una compañía de seguros que se ofrezca a comprarle la opción en riesgo por el valor seguro incrementado en un 10%. Es decir, por 11000 €. Es muy probable que los estudiantes acepten esta oferta que mejora de forma segura el ingreso, también seguro, que estaban dispuestos a aceptar. Supongamos que todos los estudiantes aceptan esta oferta.

¿Qué tipo de negocio está haciendo la compañía de seguros? ¡Uno muy rentable! En efecto, el desembolso que hace es de 1.1 millones de euros pero tiene una probabilidad de un 90% (y estas cifras responden a un desarrollo matemático con la extrema fiabilidad que ello supone) de obtener como resultado entre 1.25 y 1.75 millones de euros. Es decir, con un beneficio esperado sobre lo gastado del 36% y un 95% de probabilidad de que no sea inferior al 14%.¹⁰

¿No es este el tipo de negocio que hacen no solo las compañías de seguros sino otras muchas que basándose en los volúmenes que pueden manejar compran “baratas” las primas de riesgo que otros agentes e menor capacidad no están dispuestos a asumir?

¹⁰ Estas cifras se obtienen matemáticamente empleando el mismo tipo de deducciones que en una nota anterior

8.- Propensión al riesgo

Hasta ahora hemos considerado exclusivamente la aversión al riesgo, pero también hay personas o situaciones en las que se adopta una postura de propensión al riesgo. La más clara es la de la lotería (por ejemplo, la de Navidad), en donde lo que se lleva el gestor puede ser del orden del 30% de lo que vende. Para simplificar la situación supongamos que la lotería dispone de 100000 números cada uno de los cuales se vende por 10 € y hay un solo premio de 700000 €. Con estos datos como en casos anteriores es inmediato el paso al mundo matemático que modela con extrema precisión el real.

Si compramos un número nos encontramos con una variable aleatoria que puede tomar el valor -10 (que no nos toque el premio) con una probabilidad de $(1 - 1:100000)$ o el valor de $700000 - 10$ (que nos toque el premio) con una probabilidad de $(1:100000)$; la esperanza matemática de esta variable es de -3 €; es decir, “a la larga” perderemos 3€ por cada número que juguemos; y la prima de riesgo relativa es de -30%.

Así como en el caso de la aversión al riesgo, con una prima de riesgo positiva, esta representa la pérdida que tendríamos por quedarnos con la opción segura, en el caso de la propensión al riesgo con una prima negativa, está representa lo que ganaríamos si nos quedáramos con la opción segura: es decir no jugar y guardar nuestros 10 € en el bolsillo.

Resulta sorprendente, a partir de estas conclusiones que son estrictamente ciertas, y pasando desde ellas al mundo de la antropología, como hay tanta gente que juega a la lotería. Desde este campo se suelen dar dos tipos de explicaciones: la primera hace referencia a que se trata de un acto social que suministra un cierto tipo de satisfacción más allá de cualquier resultado económico que se obtenga, y en este sentido los temas de la gestión de la incertidumbre se mantienen en un segundo plano. Otro segundo factor es que cuando las probabilidades que se manejan son muy pequeñas se hace más problemático considerar vitalmente los razonamientos del tipo “a la larga”, y por el contrario considerar que el beneficio emocional que proporciona la posibilidad de obtener un beneficio muy alto compensa el pequeño gasto que hay que realizar, no teniendo en cuenta o despreciando, la pequeña prima de riesgo negativa que supone la opción por la incertidumbre.

Posiblemente este mismo tipo de comportamiento se encuentre en decisiones relativas a un daño muy grande pero con una probabilidad muy pequeña de suceder, como podría ser un accidente nuclear grave. Sería posible que se tomaran decisiones que implican una propensión al riesgo. Aunque este tema es de una gran complejidad (y se ha tratado con profundidad desde diversos enfoques) y solo se apunta que el tratamiento formal de la actitud ante el riesgo podría contribuir a su análisis (cosa que también se ha hecho).

La propensión al riesgo tampoco es excesivamente extraña en acciones políticas, financieras, empresariales, personales,.. cuando después del mejor análisis que se puede hacer de los datos disponibles se llega a la conclusión de que el resultado de la acción supone una prima de riesgo negativa, pero debido a una desviación típica suficiente la probabilidad de éxito no es baja aunque inferior al 50%.

9.- Los juegos de azar

Volviendo al mundo del azar controlado, en donde, como se ha repetido varias veces, las conclusiones tienen la verdad propia de la matemática. Los puros juegos de azar pasivos organizados por un gestor siempre implican una prima de riesgo negativa, que vista desde el ángulo opuesto es el beneficio del gestor. El ejemplo más clásico es el de la ruleta de un

casino. Estos juegos, especialmente cuando tienen un resultado inmediato, como en el caso de la ruleta, pueden conquistar totalmente la voluntad del jugador y con frecuencia se ha tratado de prohibirlos o al menos regularlos. En la literatura aparecen reflejados en multitud de ocasiones. Por ejemplo, Dostoyevski en *El Jugador*, describe vivamente estas situaciones¹¹.

Otras veces las situaciones implican una indiferencia ante el riesgo y aquello que se pone en juego mediante el azar controlado puede ir desde lo más trivial, como el sorteo de campo en un partido de fútbol o lo de mayor importancia. Por ejemplo, en el *Mahabharata*, en donde los juegos de azar ocupan un lugar central se llega a jugar un reino y la propia esposa¹².

En este tipo de uso del azar, especialmente cuando la persona se involucra profundamente o lo que está en juego es de gran importancia, la incertidumbre crea una tensión agonal que puede disipar la ligereza del juego entendido en su aspecto primario¹³.

En los ejemplos considerados el jugador no despliega ninguna habilidad, simplemente se encuentra pasivo ante una resolución del azar, si bien esta pasividad se refiere a no realizar ninguna actividad que incida de manera efectiva en el resultado del juego, no a su despliegue emocional interno que puede ser muy intenso.

Otra cosa son los juegos en los que además del azar interviene la habilidad y el conocimiento del jugador, como pueden ser las quinielas o el bridge que se pueden encarar presumiendo una esperanza positiva.

El mundo de los juegos tiene un amplio tratamiento dentro de la antropología y la matemática, aquí solo se pretende situarlos dentro de las consideraciones sobre la actitud ante el riesgo que se están haciendo.

10.- La incertidumbre más allá del azar controlado

Todas las consideraciones previas sobre la actitud ante el riesgo se han apoyado básicamente en que las estimaciones de las probabilidades implicadas se puedan asociar de una manera inmediata con las probabilidades asociadas al azar controlado y estas con las

¹¹ [Refiriéndose al protagonista hospedado en un balneario]

A las once, en las mesas de juego quedaban los verdaderos puntos, los desesperados, para los que, en las aguas...sólo existe la ruleta, que van allí por ella sólo, que apenas si se fijan en lo que a su alrededor pasa, y por nada se interesan en toda la "saison", no haciendo otra cosa que jugar desde por la mañana hasta por la noche, y estando dispuestos a jugar toda la noche hasta el alba, si eso fuera posible. Y siempre se van de allí pesarosos cuando a las doce tapan la ruleta.

¹² Esta situación la resume así Gavin Flood:

Duryodhana visita Indraprasta, pero, estando allí, cae accidentalmente en un lago, lo cual provoca las risas de Yudhishthira. Duryodhana no aguanta este insulto y reta a Yudhishthira a jugar una partida de dados en Hastinapur con todo el reino como premio. Yudhishthira, apasionado del juego, pierde todo ante Duryodhana incluyendo a su esposa, Draupadi. Ésta es humillada en público por los kauravas que intentan quitarle la ropa con violencia, pero, milagrosamente, la ropa no se desprende por el poder de la gracia de Krsna. Juegan una partida más en la que el perdedor tendrá que exiliarse al bosque durante doce años, y pasar un año adicional de modo incógnito. Una vez más pierde Yudhishthira y comienza así el destierro de trece años con Draupadi. (Flood, 1996)

¹³ Huizinga en su obra *Homo Ludens* se refiere a ello en los siguientes términos:

[El juego es la] actividad que transcurre dentro de sí misma y se practica en razón de la satisfacción que produce su misma práctica. Así es, por lo menos, como se nos presenta el juego en primera instancia: como un *intermezzo* en la vida cotidiana, como ocupación en tiempo de recreo y para recreo...

Entre las características generales del juego designamos nosotros la tensión y la incertidumbre. Constantemente se plantea la pregunta ¿saldrá o no saldrá? ... en el juego antitético de tipo agonal este elemento de tensión, de incertidumbre por el resultado, alcanza su grado máximo. Nos apasiona tanto el salir gananciosos que ello amenaza con disipar la ligereza del juego. (Huizinga, 1954)

probabilidades matemáticas, con lo que las consecuencias extraídas tenían prácticamente la fuerza propia del lenguaje matemático.

Si la correspondencia entre la realidad antropológica y el modelo matemático se exigiera siempre a ese nivel el ámbito que se podría contemplar sería muy reducido. La inmensa mayoría de las decisiones en riesgo se toman en unas condiciones de incertidumbre que no se pueden asociar de una manera inmediata a un azar controlado. Es en este ámbito en donde creo que el modelo matemático puede ser más fértil aunque al trasladarlo al mundo antropológico se resienta de un acoplamiento mucho más dificultoso e impreciso.

El tema clave está en como asociar una certidumbre humana, que generalmente se trata de medir mediante lo que se ha llamado una probabilidad subjetiva (en mi opinión de una manera muy inadecuada) con una probabilidad matemática.¹⁴ Este estudio queda pospuesto a un trabajo posterior.

Tan solo una nota que establece el nexo entre este trabajo y el que presumo posterior: la fiabilidad de la estimación de la certidumbre que se asocia a una probabilidad matemática es directamente consecuencia de la fiabilidad con que dicha estimación se pueda asociar a otra de azar controlado como la considerada en el presente trabajo.

Nota bibliográfica

- Anand, P., 1995, *Foundations of rational choice under risk*, Oxford University Press.
- Arrow, K.J., 1971, "The theory of risk aversion," in Jahnssonin, *Essays in the Theory of Risk Bearing*, Chicago Markham Publ. Co.
- Flood, G., 1996, *An introduction to Hinduism*, Cambridge University Press. Traducción: Hagerty, M., 2008, *El Hinduismo*, Madrid, Akal.
- Hacking, I., 1975, *The emergence of probability*, Cambridge University Press. Traducción: Alvarez, J.A. 2005, *El surgimiento de la probabilidad*, Barcelona, Gedisa.
- Hansson, S. O., 2014, "Risk", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* <<https://plato.stanford.edu>>.
- Hansson, S. O., 2000, *Seven Myths on Risk*, Swedish Ministry of Enviroment, Stockholm
- Huber, F., 2016, *Formal Representations of Belief*, en *Stanford Enciclopedia of Philosophy*. <<http://plato.stanford.edu>>.
- Huber, F., 2009, *Belief and Degrees of Belief*. En Huber, F., Schmidt-Petri, C., Editors, *Degrees of Belief*. Springer
- Huizinga, J., 1938, *Homo Ludens*. Traducción: Imaz, I., 2000, Madrid, Alianza
- Jeffrey, R., 2007, *Subjective Probability*, Cambridge University Press.
- Kolmogorov, A. N., 1933, *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung, Ergebnisse Der Mathematik*. Traducción: Morrison, N., 1956, *Foundations of the theory of probability*, New York, Chelsea.

¹⁴ Entre otras considero relevantes para este estudio la obra de Kolmogorov que establece las bases de la actual matemática de la probabilidad, la de Hacking que analiza el desarrollo histórica de las ideas de probabilidad, la de Jeffrey que trata sobre las probabilidades subjetivas y la de Huber que trata sobre la ignorancia, la creencia, la certeza y la probabilidad.

Rasmussen, N., et al., Reactor safety study, WASH 1400, Washington DC: US NRC

Yarza, M., 2009, Construcción y conceptualización del azar, *Actas del VI Congreso de la Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia en España*, Valencia 2009.

Yarza, M., 2013, *Azar, probabilidad e incertidumbre. Una investigación filosófica sobre la tensión entre la matemática y su aplicación, apoyada en varios enfoques epistémicos.* <https://www.educacion.es/teseo/mostrarRef.do?ref=1057800>.

Yarza, M., 2014a, La peculiaridad de la probabilidad. En Villar, A. y Sánchez, A. editores: *Una ciencia humana*, Comillas, Madrid.

Yarza, M., 2014b La matemática y la incertidumbre humana. Actas del Primer Congreso Internacional de la Red Española de Filosofía, Valencia, septiembre 2014

Yarza, M., 2015 La conducta humana y la matemática, *Actas del VIII Congreso de la Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia en España*, Barcelona, Julio 2015

Yarza, M., 2016, Incertidumbre humana y probabilidad matemática en la sociedad de riesgo. *Segundo Congreso Argentino de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*, Bariloche