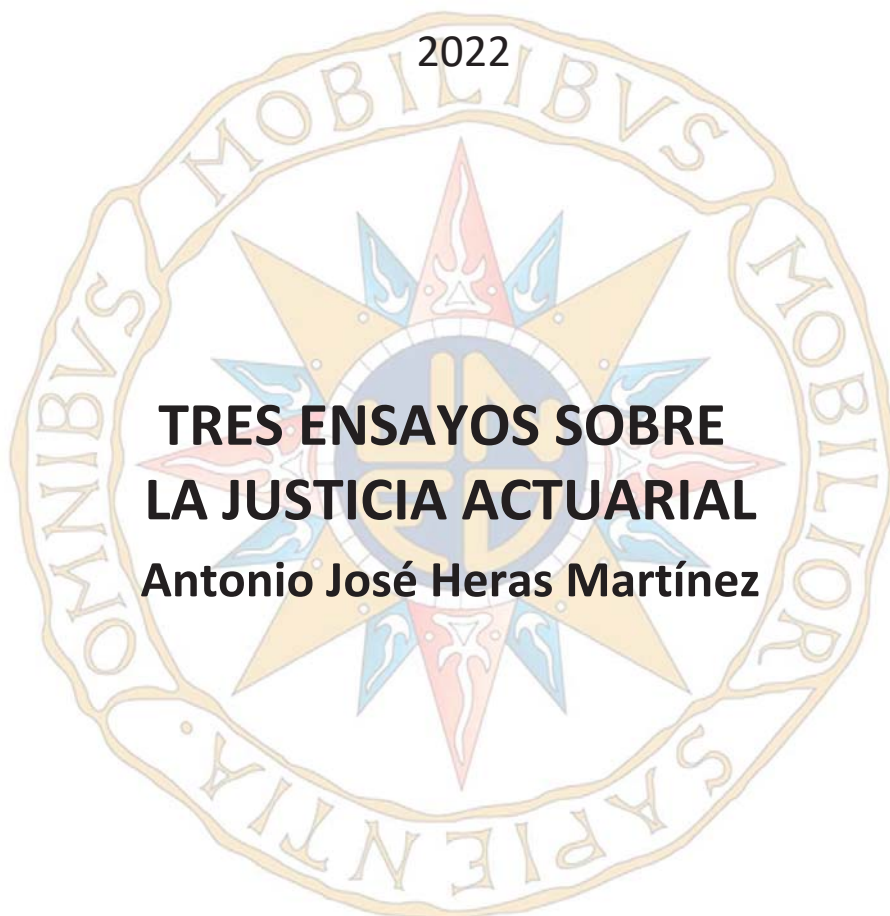


TESIS DOCTORAL

2022



TRES ENSAYOS SOBRE LA JUSTICIA ACTUARIAL

Antonio José Heras Martínez

PROGRAMA DE DOCTORADO EN FILOSOFÍA

Directores:

Dra Marta María García Alonso

Dr Pierre-Charles Pradier

Dr David Teira Serrano

Mi familia es el soporte fundamental de todos los proyectos que emprendo. Esta tesis está dedicada a ellos: a María, Lucía y Ana, a mis padres Juan y Ana, y a Platón.

La tesis se ha beneficiado de los comentarios y sugerencias de amigos y compañeros, así como del constante apoyo e inspiración de los directores. Deseo manifestar mi agradecimiento a todos ellos, y en especial al Dr. David Teira, cuyo impulso y amistad han sido esenciales para poder llevar a cabo este trabajo.

Índice

Resumen / Summary	4
Informe sobre las publicaciones	7
Introducción	9
1 ¿Cómo mide el riesgo el observador imparcial?	24
2 ¿Fue justa alguna vez la justicia actuarial?	47
3 ¿Cuál debe ser el precio justo de un seguro?	76
Conclusiones	100
Referencias Bibliográficas	103

Resumen

En esta Tesis Doctoral se analizan ciertos vínculos entre los conceptos de riesgo y de justicia, buscando poner de manifiesto cómo las diversas formas de definir o interpretar el riesgo no son éticamente neutrales, sino que tienen importantes implicaciones sobre los conceptos de justicia subyacentes. Para ello, se estudian algunos ejemplos y problemas provenientes del negocio de los seguros, empleando una metodología multidisciplinar que combina la filosofía moral y política, la ciencia actuarial y la historia de la ciencia.

La Tesis consta de tres partes. En la primera, se examinan los diferentes “velos de la ignorancia” con los que Rawls y Harsanyi pretenden garantizar la justicia de las decisiones, y se concluye que dichos velos presuponen ciertas concepciones particulares del riesgo que no logran ocultar las preferencias implícitas sobre el grado de desigualdad que resulta de dichas decisiones. En la segunda parte se analiza la estrecha relación entre la esperanza matemática -una medida de riesgo- y la justicia o equidad actuarial, y la forma en que dicha conexión ha proporcionado la justificación tradicional de los precios de los seguros. Después de discutir las limitaciones de dicha fundamentación, en la tercera parte se defiende una concepción diferente de la justicia actuarial basada, de nuevo, en una interpretación alternativa del riesgo. Siguiendo una intuición de Jean Domat, se argumenta que los acuerdos justos sobre precios se pueden fundamentar en la incertidumbre compartida sobre los sucesos asegurados, un argumento que se desarrolla en un marco contractualista basado en las ideas de Robert Sugden.

El estudio de las relaciones entre los conceptos de riesgo y justicia es importante, no solo por las aplicaciones al negocio de los seguros estudiadas en la Tesis, sino porque pueden también ser útiles en contextos más generales, como los relacionados con la ética del Big

Data. Esperamos que los argumentos aquí defendidos puedan contribuir a clarificar los conceptos y enriquecer los debates en este controvertido campo.

Summary

This doctoral thesis studies some relationships between the concepts of risk and justice, showing that the different ways of defining or interpreting risk are not ethically neutral, but rather they have important implications on the underlying concepts of justice. With that aim, some examples and problems from the insurance business are studied, using a multidisciplinary methodology that combines moral and political philosophy, actuarial science and history of science.

The thesis has three parts. In the first part, the different versions of “veils of ignorance” proposed by Rawls and Harsanyi are discussed, concluding that such veils assume some particular conceptions of risk that cannot hide the implicit preferences about inequality. The second part studies the narrow connexion between the mathematical expectation – a risk measure – and the concept of actuarial fairness or justice, a relation that provides the traditional justification of the insurance premiums. After discussing the shortfalls of that approach, the third part of the thesis advocates a different conception of actuarial fairness, based again on an alternative interpretation of risk. Starting from an intuition of Jean Domat, it is argued that the fairness of the premium agreements can be founded on the shared uncertainty about the possible events, an argument embedded in a contractualist framework based on Robert Sugden’s ideas.

Besides the applications to the insurance business, the study of the relationship between the concepts of risk and justice can also be useful in more general contexts, such as those related to the ethics of Big Data. The arguments raised in the thesis may hopefully contribute to clarifying the concepts and enriching the debate in this controversial issue.

Informe sobre las publicaciones

Los tres capítulos de la Tesis han sido ya publicados o aceptados para su publicación en revistas especializadas. Se incluyen a continuación las referencias de los tres artículos y los indicios de calidad de las revistas. Quisiera agradecer la inestimable colaboración de los coautores David Teira y Pierre-Charles Pradier, que son también codirectores de la Tesis, así como los valiosos comentarios y sugerencias de los evaluadores anónimos.

Artículo 1:

Heras, A.J. & Teira, D. (2015) ‘¿Cómo mide el riesgo el Observador Imparcial?’

***Crítica. Revista Hispanoamericana de Filosofía* 47 (139): 47-64**

<https://doi.org/10.22201/iifs.18704905e.2015.525>

La revista *Crítica. Revista Hispanoamericana de Filosofía* está indizada o evaluada en las siguientes bases de datos: Arts and Humanities Citation Index, Scopus, CIRC (Categoría A), Capes/Qualis (Nivel A2), European Reference Index for the Humanities (ERIH PLUS), MIAR (con ICDS igual a 9.977 en 2015), CARHUS PLUS (Categoría B en la edición de 2014), Latindex (con 31 características cumplidas, incluyendo la revisión por pares), Filos, JSTOR, Clase, The Philosopher’s Index, Ulrich’s Periodical Directory. En el año 2015, su factor de impacto en la categoría *Philosophy* del SJR fue 0.116, ocupando la posición 297/507 (Cuartil Q3).

Artículo 2:

Heras, A.J.; Pradier, P.Ch. & Teira, D. (2020) ‘What Was Fair in Actuarial

Fairness?’ *History of Human Sciences* 33 (2): 91-114.

<https://doi.org/10.1177/0952695119856292>

La revista *History of the Human Sciences* está indizada o evaluada en: Arts and Humanities Citation Index, Science Citation Index Expanded, Scopus, Social Sciences Citation Index, CIRC (Categoría A+), European Reference Index for the Humanities (ERIH PLUS), MIAR (con ICDS igual a 11 en 2020), CARHUS PLUS (Categoría A en el ámbito *Historia* y categoría B en el ámbito *Historia y Filosofía de la Ciencia*), Academic Search Premier, IBZ Online, International Bibliography of Social Sciences,

Periodicals Index Online, American History of Life, Historical Abstracts, MLA – Modern Language Association Database, Philosopher’s Index, Political Science Complete, Psycinfo, Social Services Abstracts, Sociological Abstracts, Worldwide Political Science Abstracts. En el año 2020, su factor de impacto en la categoría *History and Philosophy of Science* del JCR fue 0.690, ocupando las posiciones 32/48 (SSCI, cuartil Q3), 39/63 (SCIE, cuartil Q3) y 43/106 (JCI, cuartil Q2). Asimismo, el factor de impacto en el SJR fue de 0.269, ocupando la posición 189/1388 (Q1) en la categoría *History* y la posición 59/162 (Q2) en la categoría *History and Philosophy of Science*.

Artículo 3:

Heras, A.J. (2021) ‘¿Cuál debe ser el precio justo de un seguro?’

Aceptado para su publicación en *Contrastes. Revista Internacional de Filosofía*.

<https://revistas.uma.es/index.php/contrastes>

La revista *Contrastes. Revista Internacional de Filosofía* está indizada o evaluada en: Scopus, sello de calidad FECYT (posición 18/30, cuartil Q3 en la categoría *Filosofía* en 2020), CIRC (Categoría B), Capes/Qualis (Nivel B1), European Reference Index for the Humanities (ERIH PLUS), MIAR (con ICDS igual a 10), Latindex (con 33 características cumplidas, todas las posibles), Dialnet (posición 40/98, cuartil Q2 en la categoría *Filosofía* en 2020), The Philosopher’s Index, ISOC-Filosofía e Índice Español de Humanidades, FRANCIS-Philosophie, Répertoire Bibliographique de la Philosophie, Bulletin Signalétique Philosophie, Informationsdienst für Philosophie, Ulrich’s International Periodicals Directory, Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico (REDIB), Dulcinea. En el año 2020, su factor de impacto en la categoría *Philosophy* del SJR fue 0.100, ocupando la posición 612/657 (Q4).

Introducción

En esta Tesis Doctoral se estudian ciertas relaciones entre los conceptos de riesgo y de justicia. Se intenta demostrar, a través del estudio en profundidad de algunos casos, que la interpretación del concepto de riesgo afecta a la concepción de la justicia. El concepto intuitivo de riesgo se puede formalizar de formas muy diferentes, que dan lugar a diversos tipos de medidas. Como veremos, la elección de una medida en particular puede implicar consecuencias relevantes respecto a la concepción subyacente de la justicia. Estas relaciones se ilustran mediante el estudio de ciertos problemas relacionados con la ciencia actuarial y el negocio de los seguros. En el primer capítulo de la Tesis Doctoral, se muestra que las propuestas de Rawls y Harsanyi sobre la neutralidad del velo de la ignorancia presuponen una concepción particular del riesgo. Pero si se reformula el argumento con medidas del riesgo como las que hoy usan las ciencias actuariales, se pone de manifiesto que el velo de la ignorancia presupone una preferencia por la igualdad. En el segundo capítulo se analiza cómo la esperanza matemática -una medida de riesgo- ha podido servir de fundamento a la justicia actuarial durante tres siglos, y de qué manera nos permite articular algunas intuiciones muy arraigadas en nuestra tradición sobre la igualdad en el riesgo como justificación del precio de un seguro. En el tercer capítulo, se propone una concepción diferente de la justicia actuarial fundamentada, de nuevo, en una interpretación alternativa del riesgo. Tomando como punto de partida una intuición de Jean Domat, defendemos que es la incertidumbre compartida sobre el suceso asegurado lo que permite un acuerdo justo sobre el precio, un argumento que desarrollamos, siguiendo el enfoque de Robert Sugden, en clave contractualista. A continuación esbozamos brevemente los problemas y argumentos que se exponen en la Tesis, así como un resumen de los contenidos de los tres capítulos que la componen.

El negocio asegurador se basa en formar grupos de asegurados que se hacen cargo solidariamente del pago de los posibles siniestros que tengan cualquiera de sus miembros. Cada uno de los asegurados paga una cierta cantidad de dinero (*la prima*), y la suma total así recaudada se emplea para el pago de los siniestros que ocurran durante el periodo considerado. Los asegurados pagan, por tanto, una cantidad fija y predeterminada de dinero, a cambio de no tener que enfrentarse a la cuantía desconocida de los posibles siniestros. En otros términos, están intercambiando flujos de dinero de cuantía conocida (las primas) por otros de cuantía incierta o aleatoria (la cuantía de los siniestros). Las compañías de seguros diseñan y gestionan todo el proceso, desde el cobro de las primas hasta el pago de los siniestros. Desde el punto de vista técnico, los dos problemas más importantes a los que se enfrentan las compañías son el cálculo de las primas y el de las reservas, con la finalidad de mantener en todo momento un grado adecuado de solvencia.

El negocio del seguro no siempre ha sido una actividad respetable. Las operaciones de seguros fueron al principio difíciles de distinguir de otras actividades moralmente dudosas, como los juegos de azar. En el siglo XVIII, por ejemplo, muchos contratos de seguros de vida no eran más que apuestas sobre la vida o la muerte en ciertas fechas futuras de personas que no tenían relación directa con el contratante del seguro, razón por la que fueron prohibidos en algunos países¹.

¹ La República de Venecia, por ejemplo, prohibió en 1419 los seguros sobre la vida de los papas, una prohibición que la República de Génova extendió en 1494 a las vidas de emperadores, reyes, príncipes, obispos y otros dignatarios (Clark, 1999: 14). En el siguiente siglo, estas apuestas camufladas como contratos de seguros fueron prohibidas por el propio emperador Carlos V (Huizinga, 1998: 112). En Francia, el Rey Sol Luis XIV prohibió cualquier modalidad de seguro de vida (con la única excepción de los seguros sobre secuestros) en la *Ordonnance de la Marine* promulgada en 1681 (Clark, 1999: 15). Un edicto del mismo rey en 1690 extendió la prohibición a las rentas vitalicias, debido a la bancarrota del hospital parisino *Hôtel Dieu* un año antes (Pradier, 2016). Los contratos de seguros no fueron prohibidos en Inglaterra, paraíso del libre comercio, donde incluso era posible “*suscribir seguros contra las infidelidades conyugales, contra la mentira e incluso contra la pérdida en el juego de la lotería (...) los aseguradores londinenses emitían pólizas por las vidas de personajes célebres, como sir Robert Walpole, el éxito en las batallas, el nombre de la siguiente favorita de Luis XV (...) en resumen, actuaron como corredores para todo tipo de apuestas*” (Daston, 1988a, 1988b). Sin embargo, esta estrecha relación entre

La idea del Seguro tiene interesantes matices que involucran a otras disciplinas. Uno de los fundamentos de los seguros es el hecho de que es más fácil prever el comportamiento de una cartera grande de asegurados que el de los asegurados individuales que la forman. En consecuencia, desde los mismos comienzos de su actividad, los aseguradores se han basado en cálculos estadísticos más o menos complejos. Se puede por tanto afirmar que la Estadística y el Cálculo de Probabilidades se encuentran en la base del negocio asegurador, que saca así partido de las regularidades que previsiblemente caracterizarán al colectivo de asegurados.

Por otro lado, la idea de la mutualización o reparto del riesgo entre todos los asegurados, aporta un componente moral al negocio asegurador. La idea de mutualizar los riesgos es antigua. Diferentes colectivos, unidos por vínculos como el parentesco (familias, clanes...) o el trabajo (gremios, sindicatos...), han mutualizado riesgos en el pasado y algunos continúan haciéndolo en el presente. La novedad de los seguros modernos radica en el vínculo, o mejor dicho en la ausencia de vínculo, de los asegurados: para contratar un seguro no hace falta, en principio, más que aceptar los términos del contrato y pagar las primas. Para mutualizar los riesgos, por tanto, no hay que ser miembro de un grupo en particular, el único grupo es el formado por los asegurados que pagan las primas.

La transición de un sistema de protección individualizado basado en familias y gremios, a otro despersonalizado basado en contratos y mercados, tuvo que superar en sus comienzos fuertes resistencias socio-culturales (Zelizer 1978, 1979). Las primeras empresas de seguros de vida tuvieron que enfrentarse también a prejuicios religiosos

los seguros y las apuestas especulativas contaminó la reputación de los primeros, un estigma que solo comenzó a disiparse cuando en 1774 la Gambling Act estableció el "interés asegurable" como condición esencial de la validez legal de todo contrato de seguros. A partir de entonces, sin este interés asegurable o relación del tomador con los bienes o personas protegidos en la póliza, los contratos de seguros se consideran nulos, lo que evita que estos cubran las situaciones anteriormente descritas.

motivados, por ejemplo, por la violación del tabú de la monetización de la muerte en los contratos de seguros de vida - en los que se cuantifica el valor de una vida humana en términos monetarios - o por el desafío a la providencia y clarividencia divinas que implican las estimaciones de las edades de muerte de los asegurados basadas en tablas de mortalidad.

A lo largo del siglo XIX, las compañías aseguradoras en Europa Occidental y EEUU consiguieron superar los mencionados escrúpulos morales y religiosos, y proyectar una imagen de negocio respetable, apoyándose en el cambio de valores asociado a la Revolución Industrial. Los seguros en general, y los seguros de vida en particular, fueron bien acogidos por las nuevas clases medias, formadas por empresarios y profesionales que se preocupaban por el porvenir de sus familias en caso de que su muerte prematura o una enfermedad grave les impidieran continuar con sus actividades². Los valores de prudencia, aversión al riesgo y planificación racional del futuro que caracterizaban a las nuevas clases sociales se compaginaban a la perfección con el producto ofrecido por las compañías aseguradoras (Ewald, 1991). A partir de este momento, la publicidad de estas compañías subrayó en todo momento la relación de su negocio con las virtudes de ahorro, prudencia, seguridad y previsión, una relación que se mantiene en nuestros días³.

² Las especiales características del negocio de los seguros de vida en algunas sociedades no occidentales se han intentado explicar a partir de sus diferentes tradiciones culturales. Por ejemplo, algunas tradiciones fuertemente arraigadas en la sociedad china, como el tabú de la muerte prematura o el deseo de alcanzar una vejez libre de estrecheces económicas, se han relacionado con el mayor interés de los consumidores chinos en los seguros que incorporan un componente de ahorro (como las rentas vitalicias) y su menor interés en contratar seguros de riesgo (como vida entera o seguros temporales). Resulta difícil vender estos últimos seguros en un país como China, en donde muchos ciudadanos consideran la muerte prematura por accidente o enfermedad como algo impensable e incluso innombrable, algo que no se debe ni siquiera mencionar porque su mero enunciado puede atraer la desgracia (Chan, 2009). En general, hay abundante evidencia en la literatura de la relación entre la demanda de seguros (tanto de vida como de no vida) en un país o una región, y sus características socio-culturales: véase, entre muchos otros, (Park & Lemaire, 2013; Eck & Nizovtsev, 2006; Outreville, 2018).

³ Un breve repaso a algunos de los nombres de compañías aseguradoras durante los siglos XIX y XX confirma esta impresión. Limitándonos al caso español, encontramos compañías, como *La Unión y el Fénix*, cuyo nombre evoca valores de solidaridad; en otras (*Previsión Española, Plus Ultra, Ocaso,...*) se sugiere capacidad de planificación, mientras que en otro grupo (*La Paternal, La Constancia,...*) se alude a la aversión al riesgo y la seguridad (Heras, 2017). El Museo del Seguro de Fundación MAPFRE expone una

En su lucha por incrementar la respetabilidad de su negocio, las compañías aseguradoras también recurrieron a un argumento moral para justificar los cálculos necesarios para fijar el precio de sus servicios, es decir, la cuantía de las primas: estas deberían ser *justas* o *equitativas*, en el sentido de que deberían reflejar con precisión el nivel de riesgo que cada asegurado aporta a la cartera total. En consecuencia, las primas deberían ser mayores para aquellos asegurados que suponen un riesgo más grande, menores para los riesgos más pequeños e iguales para riesgos similares. No cabe duda de que esta pretensión ayudó a superar los recelos de los posibles clientes a formar parte de grupos en los que desconocen las características del resto de mutualistas. Este ideal de *Justicia* o *Equidad Actuarial* (*Actuarial Fairness*) no tiene sentido cuando la mutualización de riesgos se lleva a cabo en el seno de familias u otros grupos con estrechos vínculos personales entre sus miembros, gracias a los cuales los grupos extienden la protección a todos sus asociados con independencia de los costes. Pero tiene más sentido cuando los miembros del grupo son anónimos y carecen de vínculos que los unan, aparte del hecho de estar asegurados⁴.

La Equidad Actuarial exige, por tanto, una correspondencia entre primas y riesgos, lo cual plantea ciertos problemas. En primer lugar, un problema técnico, el de la medición de los riesgos: ¿cuál es la forma correcta de medir los riesgos, es decir, de representarlos o caracterizarlos mediante un número (la prima)? En segundo lugar, un problema filosófico, el de la justificación de la justicia de las primas: ¿por qué se califican como “justas” o

interesante colección de placas publicitarias, muchas de las cuales caen en las categorías mencionadas; aunque actualmente (diciembre de 2021) está cerrado al público como consecuencia de la crisis sanitaria, se puede acceder a parte de sus fondos en una visita virtual: http://exposiciones.fundacionmapfre.org/museodelseguro/visita_virtual.html .

⁴ De nuevo, los nombres de algunas empresas aseguradoras han reflejado esta aspiración moral de equidad. La primera empresa de seguros que utilizó estadísticas de mortalidad para la fijación de las primas en seguros de vida fue la inglesa *Society for Equitable Assurances on Lives and Survivorships*, fundada en 1762 y popularmente conocida como la *Equitable*. Como bien se encargó de subrayar en su publicidad, el uso de estas estadísticas permitía la fijación de primas que crecían con la edad, aproximándose por tanto al ideal de la equidad actuarial (Ogborn, 1962). Existió también una *Equitable* en los Estados Unidos, *The Equitable Life Assurance Society of the United States*, fundada a mediados del siglo XIX, que tuvo una filial española, conocida como *La Equitativa*.

“equitativas” (“fair”) las primas calculadas bajo el paradigma de la Equidad Actuarial, qué concepto de justicia se encuentra detrás de esta denominación? ¿Existen justificaciones alternativas, otras formas de garantizar la justicia de una prima? Estas dos cuestiones resultan estar estrechamente relacionadas, ya que la medida del riesgo que se ha empleado tradicionalmente para calcular las primas, la esperanza matemática (de la siniestralidad)⁵, tuvo en sus comienzos una motivación moral, relacionada con el reparto justo de las ganancias de un juego.

Pero la esperanza matemática no es más que una posible forma de medir los riesgos, aunque sea, por diferentes razones, una medida muy utilizada. Existen multitud de medidas alternativas, que responden a diferentes filosofías: medidas de desviación como la varianza o la desviación típica, medidas basadas en cuantiles como el Valor en Riesgo (VaR) o medidas coherentes como el Valor en Riesgo Condicional (CVaR), entre muchas otras (Heras, 2010). También es posible renunciar a una definición matemática y considerar que la adecuada medida de un riesgo es su valoración en el mercado, es decir, su precio de mercado. El tradicional uso de la siniestralidad esperada como componente fundamental de la prima exige, por tanto, una justificación.

El problema de la correcta medición de un riesgo exige, además, que este último esté bien definido y que se puedan estimar de forma precisa las probabilidades de las posibles pérdidas. Esto no debería ser un problema grave para las compañías de seguros, que disponen de abundantes datos sobre las circunstancias en las que se producen los siniestros de los asegurados. En otros términos, las compañías disponen de información sobre los *factores de riesgo* que se correlacionan con los siniestros y que permiten estimar

⁵ Tradicionalmente, los aseguradores han calculado las primas a partir de la siniestralidad esperada de las pólizas. Si x_1, \dots, x_n son los posibles valores de la siniestralidad y p_1, \dots, p_n son sus respectivas probabilidades, la siniestralidad esperada se calcula como la suma ponderada $x_1p_1 + \dots + x_np_n$. Los aseguradores llaman *prima pura* a esta cantidad, que después de sufrir varios recargos (para garantizar la solvencia, pagar los gastos de gestión, etc.) da lugar a la *prima comercial* que pagan los asegurados.

sus probabilidades de ocurrencia. Sin embargo, se plantea la pregunta de cuántos y cuáles deben ser los factores de riesgo que pueden ser conocidos y utilizados por las compañías aseguradoras. Esta pregunta es importante por varias razones. Las estimaciones de las probabilidades varían considerablemente dependiendo de los factores de riesgo que se consideren, y no existe ninguna metodología general que permita determinar el conjunto de factores adecuado en cada caso⁶. En el pasado, las compañías han trabajado con solo unos pocos factores fácilmente observables, y en los últimos años las legislaciones de algunos países han restringido o incluso prohibido el uso de algunos de ellos⁷, lo que ha desatado las protestas de la industria. Sin embargo, las compañías de seguros tienen acceso hoy en día a una gran cantidad de datos sobre sus asegurados, muchos de los cuales proporcionan directa o indirectamente información sensible acerca de sus hábitos de vida o su personalidad. Esta información puede usarse, evidentemente, para detectar con gran precisión las características de aquellos asegurados que apenas tienen siniestros, lo que puede llevar a las compañías a formar sus carteras únicamente con este tipo de asegurados y expulsar al resto, un fenómeno conocido como “cream-skimming”. Se trataría, por tanto, de una situación en la cual la institución del seguro no cumpliría de forma eficiente su función de mutualización de riesgos.

⁶ En última instancia, la ausencia de un método general para determinar cuáles deben ser los factores de riesgo socava la pretensión de objetividad que subyace a la correspondencia entre primas y riesgos a la que aspira la Equidad Actuarial. Esto no es más que un caso particular del clásico *problema de la clase de referencia* (Hájek, 2007). Por ejemplo, las probabilidades de muerte y supervivencia de una persona no dependen solo de su edad, tal y como aparecen reflejadas en las típicas tablas de mortalidad; también dependen de su sexo, de su estilo de vida, de su estado de salud, de sus predisposiciones genéticas, de la salubridad del lugar en donde habita, de la infraestructura sanitaria, de sus recursos económicos y de muchos otros factores relevantes. Resulta difícil hablar de probabilidades objetivas cuando cada conjunto de factores proporciona unas estimaciones diferentes.

⁷ En el año 2011, el Tribunal de Justicia de la UE dictaminó que la discriminación por razón de sexo es contraria a la Carta Europea de Derechos Humanos, prohibiendo por tanto su uso como factor de tarificación en seguros. El sexo es, sin embargo, un importante factor de riesgo en muchos tipos de seguros, especialmente en los seguros de vida, debido a la mayor probabilidad de supervivencia de las mujeres frente a los hombres a cualquier edad.

La gran cantidad de información a disposición de las empresas aseguradoras, combinada con la capacidad de las modernas tecnologías para almacenar y procesar datos, puede tener consecuencias preocupantes. Muchas compañías de seguros ofrecen descuentos en las primas a los asegurados, a cambio de que estos accedan a instalar en sus casas, en sus automóviles e incluso en su ropa o en sus accesorios personales, dispositivos que recogen información sobre sus costumbres y hábitos de vida, con un doble propósito: por un lado, incrementar la información sobre los asegurados para predecir mejor su siniestralidad y ajustar las primas con mayor precisión (el objetivo clásico de la equidad actuarial); por otro lado, promover mejores costumbres en los asegurados (estilos de vida más saludables, hábitos de conducción más seguros, etc.) que impliquen una caída de la siniestralidad. Estas no son necesariamente buenas noticias para aquellas personas preocupadas por su privacidad o que deseen vivir sus vidas sin injerencias. Y tampoco para las personas que, por razones ajenas a su voluntad (por ejemplo, haber sufrido una enfermedad grave en el pasado), caen en el lado malo de la balanza y se enfrentan a la exigencia de pagar primas excesivas, o incluso son directamente excluidos de la posibilidad de asegurarse (O'Neil, 2018).

Vemos así cómo una aspiración en apariencia razonable y que se basa en un razonamiento moral, la de la Equidad Actuarial entendida como correspondencia perfecta entre riesgos y primas, puede generar situaciones de exclusión incompatibles con el ideal de mutualización de riesgos. Se plantea por tanto la necesidad de indagar en los pretendidos fundamentos morales de la Equidad Actuarial, y de intentar encontrar una justificación alternativa para los contratos de seguros que esquiven las consecuencias poco deseables anteriormente mencionadas.

La presente Tesis Doctoral aborda los problemas que se acaban de comentar, y propone una fundamentación alternativa de la justicia actuarial. La metodología empleada es

multidisciplinar, combinando la filosofía moral y política, la ciencia actuarial y la historia de la ciencia. La tesis consta de tres capítulos, cada uno de los cuales ha sido previamente publicado como artículo en una revista de prestigio.

El primer capítulo, titulado **¿Cómo mide el riesgo el observador imparcial?** y publicado en *Crítica. Revista Hispanoamericana de Filosofía* en el año 2015, estudia algunas interesantes consecuencias de la multiplicidad de medidas de riesgo existentes, y de las relaciones entre ellas. Partiendo de una correspondencia entre las denominadas medidas coherentes del riesgo y las medidas de desviación, explora la estrecha conexión entre los conceptos de riesgo y de desigualdad, criticando las propuestas procedimentalistas que aspiran a garantizar la pureza moral de una elección sobre la única base del procedimiento elegido para llevarla a cabo. En el capítulo se demuestra que al elegir una medida de riesgo también se elige, de forma implícita, una medida de desigualdad, lo que socava la pretensión de cualquier decisor pretendidamente imparcial de basar la justicia de la elección en el propio procedimiento. En los casos particulares de Rawls y de Harsanyi, sus “velos de la ignorancia” no logran ocultar una preferencia implícita normativa sobre el grado de desigualdad que resulta de sus decisiones.

El segundo capítulo, titulado **¿Fue justa alguna vez la justicia actuarial?** y publicado en inglés en la revista *History of Human Sciences* en el año 2020, estudia los precedentes históricos del concepto de Equidad Actuarial y las razones por las que una medida de riesgo particular, la esperanza matemática, llegó a convertirse en su fundamento matemático. En el artículo se defiende que el origen de esta idea se encuentra en la propuesta aristotélica de justicia redistributiva según la cual, para que un intercambio sea justo, las cantidades intercambiadas deben ser equivalentes en promedio. Esta idea fue posteriormente desarrollada por los comentaristas escolásticos y aplicada al caso de los *contratos aleatorios*, aquellos en los que no se conocen de antemano algunos detalles de

las cantidades intercambiadas, porque dependen de algún suceso aleatorio (obviamente, los contratos de seguros pertenecen a esta categoría). Uno de los comentaristas, el dominico Domingo de Soto, defendió que la distribución justa de los beneficios y pérdidas en dichos contratos aleatorios debería ser proporcional a los riesgos asumidos por los contratantes, una propuesta a la que hemos denominado *Principio de Igualdad en Riesgo* (Soto, 1556). Gracias a este principio, se pudo al fin diferenciar la lícita actividad de los aseguradores del ilícito cobro de intereses por los prestamistas financieros⁸.

El Principio de Igualdad en Riesgo, tal y como lo formuló De Soto, puede considerarse como una formulación cualitativa de la idea de Equidad Actuarial. Su formulación moderna, en términos cuantitativos, se debe a los primeros probabilistas de la segunda mitad del siglo XVII, quienes introdujeron los conceptos de probabilidad y de esperanza matemática para resolver un problema de justicia distributiva, el del reparto justo del dinero apostado en un juego de azar que se interrumpe antes del final (el denominado *Problema de los Puntos*)⁹. Poco tiempo después de que Pascal y Huygens, entre otros,

⁸ La clave para diferenciar ambas actividades era el riesgo que corrían los contratantes: mientras que los aseguradores estaban expuestos al riesgo de pagar los posibles siniestros de los asegurados, se consideraba que los prestamistas no corrían ningún riesgo de perder su dinero, por lo que era ilícito que cobrasen un precio por el préstamo (el interés). En cualquier caso, la frontera entre ambos tipos de actividades no estaba claramente definida. Un ejemplo muy comentado era el denominado *préstamo a la gruesa* (abreviación de *préstamo a la gruesa ventura*, denominado también *foenus nauticum*), mediante el cual un inversor financiaba una expedición comercial marítima y recibía el capital invertido más un interés en caso de que la expedición alcanzara sus objetivos comerciales y los barcos retornaran indemnes, pero perdía la totalidad de dicho capital en caso de que por alguna razón (naufragios, piratería, etc.) estos no consiguieran regresar. Estas operaciones se pueden considerar a la vez como seguros marítimos y como préstamos financieros, lo que llevó al papa Gregorio IX a prohibirlas en su decreto Naviganti de 1236 a causa de la sospecha de usura (De Roover, 1945).

⁹ De hecho, el concepto de esperanza matemática fue anterior al de probabilidad. En 1654, Pascal planteó el *Problema de los Puntos* y defendió que la distribución del dinero apostado debería ser proporcional a lo que cada uno de los jugadores espera legítimamente obtener como resultado final del juego. Poco tiempo después, en su tratado *De ratiociniis in ludo aleae* de 1657, Huygens propuso un algoritmo para calcular dichas esperanzas, sin referirse explícitamente (aunque sí implícitamente) a las probabilidades. El razonamiento de Huygens se basaba en buscar equivalencias entre contratos. Veamos un ejemplo sencillo: supongamos, por ejemplo, que un juego en el que dos jugadores tienen idénticas posibilidades de conseguir las cantidades a y b (donde $a < b$), se interrumpe antes de su final. El valor del juego en tal caso se puede calcular como la cantidad que debería pagar un nuevo jugador por incorporarse al juego en ese momento. Si dos nuevos jugadores se incorporan, pagando cada uno la cantidad $(a+b)/2$, entonces con la cantidad recaudada $(a+b)$ se puede replicar el juego original, en el sentido de que el ganador recibe la cantidad b y el perdedor la cantidad a . Por tanto, el valor del juego (su esperanza) debe ser lo que paga cada uno de los

formalizaran matemáticamente estas nuevas ideas, Edmund Halley las aplicó a la determinación de las primas de las rentas vitalicias, construyendo para ello la primera tabla de mortalidad basada en datos empíricos (Hald, 1990). A finales del siglo XVII, por tanto, la formulación cuantitativa de la idea de Equidad Actuarial basada en la esperanza matemática estaba perfectamente establecida. Y esta formulación ha sido desde entonces una herramienta técnica esencial en el negocio asegurador.

Sin embargo, como se demuestra en el segundo capítulo de la Tesis, resulta difícil justificar la relevancia de esta versión “objetivista” de la Equidad Actuarial, debido a varias razones. En primer lugar, por la dificultad de precisar el concepto de riesgo objetivo, un concepto amenazado por la infinidad de clases de referencia asociadas a la inevitable multiplicidad de factores de riesgo que ya hemos comentado anteriormente. El problema de la clase de referencia se complica aún más hoy en día, ya que las nuevas tecnologías incrementan el número de factores de riesgo potencialmente relevantes hasta límites insospechados hace pocos años, lo que vuelve más acuciante el insoluble problema de la determinación de los factores de riesgo admisibles en cualquier tipo de seguro. En segundo lugar, porque el propio principio de igualdad en riesgo, que es la base de la Equidad Actuarial, está expuesto a críticas plausibles: por ejemplo, resulta intuitivamente poco convincente la irrelevancia bajo dicho principio del grado de aversión al riesgo de los asegurados a la hora de fijar sus primas, un factor importante porque determina la intensidad del deseo de asegurarse para evitar los riesgos. En tercer lugar, porque el principio de Equidad Actuarial no es compatible con las prácticas realmente existentes en los mercados aseguradores. En efecto, las compañías no determinan las primas únicamente en base a dicho principio, sino que ponen en juego

jugadores, $(a+b)/2$. La esperanza matemática, en el razonamiento de Huygens, tiene claras connotaciones morales, al haberse definido como el precio justo de un contrato.

otras consideraciones que revisten igual o mayor importancia, como la solvencia de las aseguradoras o el grado de competencia del mercado¹⁰. Para los asegurados, por otra parte, resulta difícil o incluso imposible controlar el grado de equidad de los contratos, algo para lo que carecen de la información y de los medios técnicos necesarios. En última instancia, las primas comerciales que pagan los asegurados se alejan mucho de la siniestralidad esperada predicha en los modelos.

El principio de Equidad Actuarial parece por tanto insostenible, por lo que resulta necesario encontrar un principio alternativo bajo el que garantizar la justicia de los contratos de seguros. Este problema se aborda en el tercer capítulo de la Tesis, titulado **¿Cuál debe ser el precio justo de un seguro?** y que se encuentra aceptado para su publicación en la revista *Contrastes. Revista Internacional de Filosofía*. En este capítulo se propone un principio alternativo de justicia basado en una intuición del jurista francés del siglo XVII Jean Domat, dentro de un marco contractualista, que puede proporcionar una fundamentación más satisfactoria y libre de los problemas mencionados anteriormente. Aunque las teorías contractualistas suelen representar a los individuos como seres perfectamente racionales con preferencias perfectamente definidas, la versión del contractualismo elegida para enmarcar la idea de Domat se debe al filósofo y economista Robert Sugden, cuya propuesta se basa en una concepción de la racionalidad más realista y menos dogmática (Sugden, 2018). Como en cualquier teoría contractualista, en la versión de Sugden la justicia de un contrato se fundamenta en el interés de los contratantes en aceptar libremente sus condiciones. Pero estos contratantes no son autómatas racionales abstractos con información perfecta, sino individuos reales

¹⁰ Las directrices legislativas más recientes se centran en garantizar la solvencia de la empresa aseguradora mediante la supervisión de las reservas, dando cierta libertad a las compañías para la fijación de sus primas. Este es el caso de la directiva europea Solvencia II, que entró en vigor el 1 de enero de 2016, y que ha sentado las bases de un nuevo y riguroso régimen armonizado de supervisión de la solvencia de todas las compañías de seguros de la Unión Europea.

que incrementan las oportunidades para perseguir sus propios intereses a través de transacciones libremente elegidas que tienen lugar en los mercados.

La teoría contractualista de Sugden proporciona el contexto perfecto para la propuesta de Domat. Para este autor, contemporáneo de los primeros probabilistas, el precio justo de un contrato aleatorio es cualquiera que acuerden los contratantes, siempre que ninguno de ellos oculte información relevante al otro (Domat, 1689). Tenemos aquí otra versión del principio de Igualdad en Riesgo como clave de la justicia actuarial, pero sin presuponer una concepción objetiva del riesgo, basta con la satisfacción de los intereses mutuos. Ahora bien, la justicia del contrato pivota sobre la incertidumbre compartida: ambas partes deben estar “under the same uncertainty of the event, and with the same right, having rendered their condition equal, it made also their agreement just”. En ese estado de incertidumbre compartida estarían, en un ejemplo del propio Domat, un hipotético grupo de personas que acuerdan financiar un fondo para las dotes de sus futuras hijas, sin saber de antemano si van a tenerlas y cuántas serán.

La propuesta de Domat es totalmente compatible con las realidades de los mercados de seguros. Por ejemplo, los fraudes en los seguros, tanto por parte de los asegurados como por parte de los aseguradores, se pueden interpretar como casos en los que una parte oculta o falsea información a la otra. En el fraude planificado por un asegurado, es evidente la violación de la condición domatiana: la persona que planea provocar un incendio para cobrar un seguro, por ejemplo, sabe con absoluta certidumbre que dicho incendio va a suceder. La aseguradora no tiene esta información, por lo que obviamente no puede hablarse de incertidumbre compartida en este caso. Las compañías aseguradoras, por su parte, a veces incumplen las expectativas de los asegurados respecto al cobro de las indemnizaciones de los siniestros, basándose en interpretaciones interesadas de la letra pequeña (“fine print”) de los contratos. Estas situaciones causan

insatisfacción en los asegurados, que tienen la sensación de que no se cumplen completamente las condiciones inicialmente acordadas¹¹.

Se defiende por tanto en la Tesis que será justo todo contrato de seguros acordado libremente, bajo la condición de que ninguna de las partes oculta información a la otra parte que afecte a sus intereses. Se trata de una propuesta compatible con las prácticas observadas en los mercados aseguradores. Y proporciona asimismo una guía para imponer límites a la avaricia de datos que caracteriza al negocio asegurador, ya que, bajo este enfoque, puede ser racional para los asegurados (que se suponen aversos al riesgo) exigir restricciones legales a la cantidad de información cedida a las aseguradoras. Creemos por tanto que esta propuesta, deudora de las ideas de Domat y Sugden, permite resolver los problemas del enfoque objetivista de la Equidad Actuarial.

A lo largo de la Tesis Doctoral, hemos argumentado que las diversas formas de conceptualizar y cuantificar el riesgo no son éticamente neutrales, sino que tienen importantes consecuencias sobre las nociones implícitas de justicia. Para justificar nuestras conclusiones, nos hemos apoyado en ejemplos provenientes de las ciencias actuariales y el negocio de los seguros. Creemos que las relaciones entre los conceptos de riesgo y justicia son relevantes para el estudio de algunos problemas éticos que ya se plantean en la actualidad y cuya importancia aumenta día a día. En efecto, apenas estamos comenzando a atisbar los desafíos de todo tipo que plantearán las tecnologías de Big Data

¹¹ En (Kvalnes, 2011: 80) se pueden encontrar varios ejemplos basados en casos reales. En uno de estos relatos, que comentamos aquí a modo de ejemplo ilustrativo, un hombre de negocios pierde un vuelo a causa de un atasco imprevisto, pero el seguro de viaje que ha contratado no le indemniza argumentando que no ha utilizado el transporte público para desplazarse al aeropuerto, una condición claramente especificada en el contrato. Sin embargo, lo que se entiende por transporte público no está tan claramente especificado. De hecho, el asegurado ha ido en taxi al aeropuerto, pero la letra pequeña del contrato no considera al taxi como transporte público. Si hubiera ido en autobús, también habría perdido el avión a causa del atasco, pero en este caso la pérdida sí habría sido cubierta por el seguro. En estas condiciones, si nos ponemos en la piel del hombre de negocios, podemos imaginar la profunda insatisfacción que muy probablemente sentirá con el seguro de viaje contratado.

en el futuro próximo. El interés en la ética del uso de los macrodatos está creciendo exponencialmente en los últimos años, un interés que ya se refleja en la literatura especializada (Zwitter, 2014). Puesto que las compañías de seguros se encuentran entre las instituciones privadas que con mayor avidez coleccionan y procesan grandes cantidades de datos sobre sus asegurados, la presente Tesis Doctoral se enmarca claramente dentro de la corriente más amplia del estudio de la ética del Big Data. Esperamos que nuestro trabajo contribuya a enriquecer el debate en este polémico campo.

1 ¿Cómo mide el riesgo el Observador Imparcial?

Se explora aquí la conexión entre los conceptos de riesgo e igualdad en el argumento del observador imparcial. La concepción de la justicia que elegiría un observador imparcial se justifica por la pureza del procedimiento de elección. Sin embargo, si se modeliza esta decisión utilizando medidas del riesgo habituales en matemática financiera, se comprueba cómo el criterio de elección del observador bajo el velo de la ignorancia contiene una preferencia implícita por el grado de desigualdad resultante. Esto obliga a reconsiderar la pureza procedimental de la elección.

1. *¿Son normativamente neutras nuestras representaciones del riesgo?*

El argumento del observador imparcial es uno de los más conocidos en la filosofía moral y política del siglo XX, tanto en el contractualismo rawlsiano, como en algunas versiones del utilitarismo (Harsanyi, 1955, 1977a, 1977b; Broome, 1991; Mongin, 2001) o, más recientemente, en el *suficientismo* (Crisp, 2003): privando al agente de cuanta información pudiese sesgar su elección, este elegiría una organización social que sería procedimentalmente justa. Al cubrir así a nuestro agente con el velo de la ignorancia, la suya será una elección entre alternativas inciertas, corre el riesgo de no obtener el resultado elegido.

Es conocida la controversia entre Rawls y Harsanyi sobre cómo habría de elegir el observador imparcial bajo el velo de la ignorancia. Rawls defendió que debía aplicar el principio maximin: una distribución desigual de recursos sería justa en la medida en que maximizase el beneficio mínimo para los más desfavorecidos (aquellos con una dotación más baja de bienes primarios). Harsanyi, en cambio, optó por la teoría de la utilidad esperada, en la que el propio velo de la ignorancia era incorporado al criterio de decisión a través del *postulado de equiprobabilidad*: el observador imparcial debería elegir como si tuviera la misma probabilidad de ser uno de los n miembros de la sociedad. A partir de aquí, al observador de Harsanyi le bastaba con maximizar la utilidad esperada de su elección. Desde el punto de vista de (Harsanyi, 1975), el maximin era un criterio ya superado por la propia teoría de la decisión, pues hace depender la elección del observador imparcial de la peor de las contingencias sin importar qué probabilidad le asignemos a que tal contingencia se produzca. Sin embargo, para Rawls el velo de la ignorancia traía consigo una incertidumbre radical: el observador imparcial *no podía cuantificar probabilidades* y de ahí su radical

conservadurismo al elegir el maximin. Tal como lo plantea (Kurtulmus, 2012), los velos de Rawls y Harsanyi son de diferente grosor: el de Harsanyi es más fino, pues permite al menos cuantificar el riesgo (a través del postulado de equiprobabilidad); el de Rawls es más grueso, pues la incertidumbre es incuantificable.

En este capítulo, asumimos, con Harsanyi (y contra Rawls), que el riesgo en la posición original es cuantificable, pero defenderemos que su cuantificación no es tan neutral normativamente como nos exigiría el velo de la ignorancia, al menos respecto a la igualdad de las distribuciones. Sin embargo, en la teoría de la utilidad esperada, riesgo y desigualdad son conceptos separados. El agente cuantifica el riesgo asignando una probabilidad a cada evento; sus preferencias sobre la igualdad o la desigualdad que estos eventos supongan se reflejan en su función de utilidad. Bajo el velo de la ignorancia, el observador imparcial debería plantearse la utilidad que una distribución de renta reportaría a los n individuos de una sociedad, ponderada por la probabilidad de obtener tal distribución. En virtud del postulado de equiprobabilidad, el observador imparcial tendría una probabilidad $1/n$ de verse en la posición de cualquier de los n miembros de una sociedad. Así pues, al maximizar la utilidad esperada de la elección, nuestro observador elegiría la media aritmética de la utilidad de todas las posibles distribuciones. El velo de la ignorancia serviría así como garante de la justicia procedimental del reparto: nuestro agente no podría ser acusado de escoger una distribución de la renta en función de sus intereses personales, sino conforme a una estimación positiva del riesgo ($1/n$).

La fuerza normativa de este argumento se basa, por tanto, en su carácter procedimental. La única característica psicológica que se supone en el observador es su grado de aversión al riesgo. En general, el grado de aversión al riesgo se corresponde con la

forma de la función de utilidad. Para evaluar una distribución de valores $X = (x_1, \dots, x_n)$ con probabilidades (p_1, \dots, p_n) , el decisor debe calcular la utilidad esperada mediante la expresión $E[u(X)] = u(x_1) \cdot p_1 + \dots + u(x_n) \cdot p_n$. Cuando la función de utilidad es lineal, no hay aversión, es decir, hay indiferencia ante el riesgo; y será tanto más cóncava cuanto mayor sea la aversión al riesgo.

Veamos un ejemplo sencillo. Supongamos que un agente debe elegir entre las distribuciones de renta $X=(1,2,3,4,5)$ e $Y=(3,3,3,3,3)$, cuyos valores suponemos equiprobables. Si la función de utilidad con la que evalúa los resultados es $u(x) = x$ (lo que se corresponde con la indiferencia al riesgo del decisor), entonces la utilidad esperada de ambas distribuciones es la misma:

$$E(u(X))=u(1) \cdot (1/5)+u(2) \cdot (1/5)+u(3) \cdot (1/5)+u(4) \cdot (1/5)+u(5) \cdot (1/5)=(1/5) \cdot (1+2+3+4+5)=3$$

$$E(u(Y)) = (1/5) \cdot (3+3+3+3+3) = 3$$

En este caso, la indiferencia al riesgo del decisor se traduce en una indiferencia a la desigualdad. Ahora bien, si la función de utilidad es cóncava y toma, por ejemplo, los valores $u(1)=1.0$, $u(2)=1.9$, $u(3)=2.7$, $u(4)=3.4$, $u(5)=4.0$, entonces los nuevos valores de la utilidad esperada son

$$E(u(X)) = (1/5) \cdot (1+1.9+2.7+3.4+4) = 13/5 = 2.6$$

$$E(u(Y)) = (1/5) \cdot (2.7+2.7+2.7+2.7+2.7) = 2.7$$

En este caso, la aversión al riesgo del observador le hace preferir la distribución igualitaria Y a la no igualitaria X.¹

¹ Este caso ilustra una propiedad general: si la función de utilidad es cóncava y por tanto el decisor tiene aversión al riesgo, se cumple que $E(u(X)) < u(E(X))$, es decir, este prefiere una distribución igualitaria cuyos valores coinciden con la esperanza matemática de la distribución X, a la propia distribución con

Para Rawls la aversión al riesgo sería moralmente irrelevante, pero para un utilitarista como (Harsanyi, 1975: 600; 1977: 643) expresaría justamente la intensidad de las preferencias que una sociedad justa debiera satisfacer. Bajo el velo de la ignorancia, sin embargo, el principio de equiprobabilidad será independiente de nuestros intereses personales. Por tanto, la distribución elegida bajo el velo de la ignorancia será imparcial respecto a tales intereses y, en esa medida, puede ser objeto de acuerdo universal.²

La maximización de la utilidad esperada es, desde hace ya seis décadas, un modelo positivo de elección entre alternativas inciertas en múltiples ciencias sociales. En la teoría de la utilidad esperada la conexión entre riesgo e igualdad no es inmediatamente evidente: la forma de la función de utilidad puede utilizarse para medir la aversión al riesgo del observador, pero esto no se traduce automáticamente en una medida de la aversión a la desigualdad. La desigualdad es una propiedad relacional que tiene que ver con el grado en que los valores de la distribución se desvían o diferencian unos de otros, y esto no se tiene en cuenta en la expresión de la utilidad esperada $u(x_1).p_1 + \dots + u(x_n).p_n$, donde la aportación de cada valor x_i es independiente de las aportaciones de los demás valores. Por ejemplo, la aportación a la utilidad esperada del valor $x_5 = 5$ en dos distribuciones equiprobables (1,1,1,1,5) y (5,5,5,5,5) es la misma: $(1/5).u(5)$; pero esto contradice nuestra intuición básica sobre la desigualdad en ambas distribuciones, ya que

riesgo X. Se puede encontrar una demostración de esta propiedad, así como de otros resultados de la Teoría de la Utilidad mencionados en el artículo, en el Capítulo 6 de (Mas-Colell et al., 1995).

² Es importante precisar que el observador imparcial de Harsanyi compara vectores que contienen las utilidades individuales de las distribuciones de riqueza (a los que aplica el postulado de equiprobabilidad), en lugar de vectores que contienen directamente las distribuciones de riqueza. El observador imparcial de Harsanyi es un ser racional (ya que sus decisiones se toman de acuerdo a las prescripciones de la Teoría de la Utilidad Esperada), omnisciente (conoce las utilidades de todos los agentes, aunque no tiene necesariamente que ser uno de ellos) e imparcial (adopta el postulado de equiprobabilidad). Aunque las utilidades dependen a su vez de las distribuciones de riqueza, desde un punto de vista formal conviene distinguir ambas formulaciones. En este sentido, nuestra discusión no sigue fielmente el planteamiento de Harsanyi, sino que se debe considerar como una reelaboración o una simplificación.

en la primera distribución dicho valor es el “causante” de la desigualdad, algo que no sucede en la segunda.

En este capítulo pretendemos mostrar, sin embargo, que al elegir una medida de riesgo optamos implícita o explícitamente por una concepción normativa sobre la igualdad. En otras palabras, la elección de una medida de riesgo socavaría la pureza procedimental del argumento del observador imparcial.

Ilustremos intuitivamente, en primer lugar, la conexión entre riesgo y desigualdad. Desde un punto de vista puramente estadístico, existe cierta analogía formal entre ambos. Cuando hablamos, por ejemplo, del riesgo de una inversión suponemos que las probabilidades de obtener un beneficio se distribuyen conforme a una variable aleatoria. Cuando hablamos de desigualdad de la renta, suponemos que la distribución de la riqueza entre los miembros de una población no es uniforme. Riesgo y desigualdad se pueden cuantificar conforme a unas mismas distribuciones estadísticas (Pareto, lognormal, etc) y esto permite apreciar una conexión intuitiva entre ambos conceptos: la distribución de probabilidad de los premios en una ruleta evidencia cuán arriesgada es una apuesta y cómo de desigual será el reparto de los premios. Sin embargo, es evidente también que riesgo y desigualdad no se solapan por completo: mientras que las distribuciones desiguales a menudo se califican como justas o injustas, el riesgo suele considerarse normativamente neutro. Un inversor muy rico puede inspirar en muchos de nosotros ansias redistributivas, mientras que un inversor muy arriesgado nos parecerá, a lo sumo, excéntrico.

Sin embargo, en muchos contextos prácticos nos servimos de reglas de elección entre alternativas inciertas en las que el riesgo se maneja conforme a otros principios, como los que presentaremos en este capítulo. Queremos explorar aquí, en particular, el

enfoque de medición del riesgo desarrollado en los últimos quince años en el ámbito de las finanzas y los seguros. En lugar de partir de las preferencias subjetivas de los decisores sobre alternativas inciertas, nos centramos en ciertas características intuitivamente razonables que debería tener cualquier medida satisfactoria de un riesgo –por ejemplo, la necesidad de diversificarlo. Al axiomatizar estas propiedades, aparecen distintos tipos de *medidas del riesgo* que permiten cuantificarlos numéricamente. La bibliografía sobre estas medidas y sus aplicaciones ha crecido exponencialmente en los últimos años. Una característica de estas medidas es que en ellas sí que se manifiesta de un modo explícito la conexión entre riesgo y desigualdad. Es más, nos permiten apreciar de qué modo está implícita esta conexión en la propia teoría de la utilidad esperada.

En este capítulo queremos analizar cómo afectaría a la fuerza normativa del argumento del observador imparcial (en las versiones de Rawls y Harsanyi) su reformulación mediante conceptos alternativos de riesgo. Queremos poner de manifiesto cómo las distintas representaciones formales del riesgo que podamos utilizar al modelizar la elección del observador imparcial llevan implícita una preferencia normativa por el grado de desigualdad que resultará de la elección del observador imparcial. En este sentido, creemos que debemos reconsiderar el presunto carácter procedimental de concepto de justicia vehiculado a través del velo de la ignorancia.

Examinaremos en las dos secciones siguientes otras tantas concepciones alternativas del riesgo: cuando debemos elegir entre resultados inciertos podemos medir el riesgo según la variabilidad de estos resultados o según la magnitud de aquellos que nos supongan pérdidas. Presentaremos axiomáticamente, de modo informal, medidas de ambos conceptos (de *coherencia* y de *desviación*) habituales en matemática financiera. Sobre estas medidas, presentaremos después funciones de decisión que nos permitirán

construir modelos alternativos de la elección del observador imparcial. Estas medidas nos permitirán explicitar la conexión entre riesgo y desigualdad: si utilizamos un criterio de decisión basado en una medida coherente de riesgo para modelizar la elección del observador imparcial, podemos apreciar que nuestro observador elige implícitamente una medida de desviación que mide también el grado de desigualdad de las alternativas. Esto nos permitirá apreciar cómo en el procedimentalismo de Rawls y Harsanyi existe una preferencia implícita sobre la igualdad, lo cual pondría en duda la imparcialidad del observador.

2. El riesgo como probabilidad de pérdida

En general, una *medida del riesgo* es un funcional ρ que asigna un número $\rho(X)$ a cada riesgo X , de forma que a mayor riesgo, mayor el valor de $\rho(X)$. Hay dos formas principales de definir el riesgo: en la primera acepción, se dirá que una distribución con una gran variabilidad de resultados es arriesgada; en la segunda, diremos que a mayor probabilidad de obtener resultados desfavorables, mayor riesgo. Un billete de lotería tiene bastante riesgo del primer tipo (puede hacernos enormemente ricos) pero poco riesgo del segundo tipo (la pérdida máxima es el precio del billete, que suele ser pequeño). Parece intuitivamente claro que un agente interesado en evitar la desigualdad tenderá a usar la primera acepción de riesgo, mientras que un agente al que solo le preocupa su propio bienestar preferirá la segunda. En ambos casos, una medida de riesgo debe obedecer al siguiente principio: la diversificación debe reducir el riesgo. Incluso antes de su axiomatización académica (Markowitz, 1952), este era sin duda el principio de gestión de riesgos que con más frecuencia encontramos en las más diversas actividades y culturas: las sociedades agrícolas diversifican los tipos de cultivo y los lugares donde plantan las cosechas, las sociedades ganaderas diversifican los tipos de

ganado y los lugares de pastoreo y, en general, en los distintos mercados se observa cómo se intenta “no poner todos los huevos en la misma cesta” (Winterhalder et al., 1999). Las sociedades que no lo hacen suelen colapsar cuando cambian bruscamente las condiciones ambientales. El principio de diversificación no está convenientemente recogido en la modelización de los riesgos mediante funciones de utilidad, y esta es precisamente una de las razones por las que se han introducido las modernas medidas del riesgo en la literatura reciente.

Si nos centramos en el riesgo definido como probabilidad de pérdida, las medidas del riesgo más populares entre los expertos son, claramente, las denominadas *medidas coherentes* (Artzner et al., 1999), caracterizadas por los siguientes axiomas:

$$\text{Subaditividad: } \rho(X + Y) \leq \rho(X) + \rho(Y)$$

$$\text{Homogeneidad Positiva: } \rho(cX) = c\rho(X), \forall c > 0$$

$$\text{Invariancia por Translaciones: } \rho(X + c) = \rho(X) - c, \forall c \in \mathbb{R}$$

$$\text{Monotonicidad: } X(\omega) \leq Y(\omega), \forall \omega \in \Omega \Rightarrow \rho(X) \geq \rho(Y)$$

En los axiomas anteriores, X e Y representan las distribuciones de bienes a las que hemos calificado anteriormente como riesgos, mientras que ρ representa la medida del riesgo correspondiente. La propiedad de subaditividad representa matemáticamente la importancia de la diversificación: el riesgo de X e Y juntas es menor o igual que la suma de los riesgos por separado. Las propiedades de invariancia por translaciones y de monotonicidad tienen sentido cuando se recuerda que estamos modelizando el riesgo concebido como posibilidad de pérdida, y por tanto las ganancias disminuyen el riesgo.

La propiedad de homogeneidad positiva elimina el posible efecto distorsionador de los cambios en las unidades de medida.

Entre las medidas coherentes de riesgo, una de las más conocidas (por ser ampliamente utilizada en el sector financiero) es el denominado *Valor en Riesgo Condicional* (*Conditional Value at Risk: CVaR*):

$$CVaR_{\varepsilon}(X) = \frac{1}{\varepsilon} \int_0^{\varepsilon} VaR_{\varepsilon}(X) d\varepsilon$$

El *CVaR* mide la pérdida esperada en caso de que las cosas vayan mal, ya que se puede demostrar que su valor coincide con (el opuesto de) la esperanza matemática condicionada a la cola desfavorable de la distribución, en la que hay acumulada una probabilidad ε –de hecho, una denominación alternativa es Esperanza Condicionada de la Cola, o *Conditional Tail Expectation* (CTE). El *Valor en Riesgo* VaR_{ε} es el (opuesto del) mínimo valor alcanzado con una probabilidad ε :

$$VaR_{\varepsilon}(X) = -\text{Inf}_x \{x / P(X \leq x) \geq \varepsilon\}$$

Es decir, *VaR* es un cuantil de la distribución (cambiado de signo).

A modo de ilustración, supongamos la siguiente distribución de renta: un agente puede obtener las cantidades (1,2,3,4,5). La renta esperada (la media de la distribución) es 3. El Valor en Riesgo con un nivel de significación $\varepsilon = 0.2$ es -1: el valor mínimo que podemos obtener en la distribución es 1; su opuesto, según la definición de VaR_{ε} es -1, donde $\varepsilon = 0.2$ es la probabilidad de obtener ese mínimo (un 20% de los casos, suponiendo que tengamos igual probabilidad de obtener cada uno de los cinco valores de la distribución). Si aumentamos la probabilidad $\varepsilon = 0.4$, el VaR_{ε} será -2, pues $P(X \leq$

2) ≥ 0.4 . El Valor en Riesgo Condicional CVaR con $\varepsilon = 0.2$ también es -1, y con $\varepsilon = 0.4$ es -1.5 (la media entre -1 y -2). Es decir, gracias al VaR y al CVaR podemos estimar qué renta mínima nos corresponderá dependiendo de la probabilidad de que las cosas vayan mal.

Otra manera de generar medidas coherentes está basada en las llamadas *funciones de distorsión* (Wang, 1996), que se usan para modificar las probabilidades en un problema de decisión. Recordemos que la Teoría de la utilidad esperada representa a los decisores adversos al riesgo mediante una función de utilidad cóncava. Una forma alternativa de representar la aversión al riesgo consiste en modificar las probabilidades, de forma que los eventos más desfavorables parezcan más probables de lo que son realmente. Tal modificación se opera mediante una función de distorsión. Si esta función cumple ciertas propiedades (como ser no decreciente y cóncava), la esperanza matemática de la variable aleatoria bajo las probabilidades distorsionadas resulta ser una medida coherente.³

Pues bien, recordemos aquí que el observador imparcial rawlsiano, bajo el velo de la ignorancia, tiene aversión radical al riesgo⁴. La intuición rawlsiana es que, al estar en juego la distribución de bienes primarios, su importancia justificaría una elección conservadora, con independencia de cómo decida cada cual en su vida ordinaria. Para Rawls, no tendría sentido apostar sobre, por ejemplo, nuestras libertades básicas. En cambio, una vez establecidas estas, seremos libres de arriesgarnos cuanto queramos. Esta intuición rawlsiana ha sido ampliamente discutida (Freeman, 2012), pero

³ Las medidas coherentes de distorsión pueden obtenerse también a partir de la Teoría Dual de la Elección (*Dual Theory of Choice*) de Yaari (Yaari, 1987; Tsanakas & Desli, 2003). Para una panorámica de las teorías de la decisión alternativas a la Utilidad Esperada, véase (Sugden, 2004).

⁴ Aunque el propio Rawls (e.g., 1999: 73, 144) advirtiera sobre la necesidad de diferenciar la aversión al riesgo en contextos ordinarios y en la posición original.

admitámosla aquí en aras de nuestro propio análisis. Si la aversión al riesgo es racional bajo el velo de la ignorancia –y obviamos por el momento la aversión rawlsiana a la cuantificación⁵– la representación del riesgo más acorde con este criterio, de entre las examinadas en esta sección, será una medida coherente. Estas le aseguran al observador imparcial que si las utiliza, se asegurará de que la distribución de los bienes primarios que elija minimizará sus pérdidas.

En cambio, desde una concepción distinta del velo de la ignorancia, Harsanyi defendió que, asumiendo la equiprobabilidad de ocupar cualquier posición social, el observador imparcial podía servirse de la teoría de la utilidad esperada y elegir entre concepciones de la justicia maximizando la utilidad social media. Como veremos en la sección siguiente, en ciertas condiciones, las medidas de coherencia nos permitirán también explicitar la conexión entre riesgo e igualdad en las decisiones del observador imparcial harsanyiano.

Por el momento, veamos cómo debiera elegir un observador imparcial que adoptase una medida de coherencia como criterio de elección entre distribuciones de renta⁶ bajo el velo de la ignorancia. Para modelizar esta elección, podemos definir una medida de preferencia Π para nuestro observador como el valor de una medida coherente del riesgo cambiada de signo:

$$\Pi(X) = -\rho(X)$$

De esta forma, la condición de monotonía se transforma en:

⁵ Nos ocuparemos más detenidamente sobre este punto en la conclusión.

⁶ Utilicemos la elección entre distribuciones de renta (en lugar de bienes primarios, etc) en aras de la simplicidad. En realidad, la distribución de renta no forma parte de los bienes primarios a los que Rawls aplicaría su maximin.

Si $X(\omega) \leq Y(\omega)$, para todo escenario posible ω , entonces $\Pi(X) \leq \Pi(Y)$

En otras palabras, si en una distribución siempre obtiene mejores resultados que en otra, en cualquier escenario posible, el observador imparcial elegirá la primera.

Si, además, la medida ρ es además acotada por la media de la distribución de renta, resulta que

$$\Pi(X) < E(X)$$

siempre que X no sea constante, dándose la igualdad entre ambos cuando X es constante. Es decir, el observador valorará una distribución constante y sin riesgo precisamente en dicha cantidad constante (la esperanza de la distribución). En cambio, si la distribución no es constante, tendrá un riesgo para el observador, por lo que el valor de la función de preferencia será estrictamente menor que la esperanza de la distribución de renta. De hecho, esa valoración estará comprendida entre el menor valor de la distribución y su esperanza matemática⁷:

$$\text{Inf}(X) \leq \Pi(X) \leq E(X)$$

Frente a este criterio de decisión, la teoría de la utilidad esperada estima nuestra preferencia por una distribución de renta según la esperanza matemática de obtenerla, suponiendo indiferencia al riesgo. La medida Π corrige esta valoración teniendo en cuenta, además, el riesgo de la distribución. A mayor riesgo, más se alejará Π de la esperanza matemática. Esto justifica el que consideremos a Π como una *medida de*

⁷ Una medida de desviación δ se dice *dominada inferiormente* (*lower range dominated*) si para cualquier distribución X verifica que $\delta(X) \leq E(X) - \text{Inf}(X)$. Es decir, el valor de la medida es menor o igual que la esperanza de la distribución menos la mayor de sus cotas inferiores. Si ρ es una medida coherente acotada por la media, entonces $\delta(X) = \rho(X - E(X)) = \rho(X) + E(X)$ es una medida de desviación acotada inferiormente. Por tanto $\delta(X) = \rho(X) + E(X) \leq E(X) - \text{Inf}(X)$, es decir, $\rho(X) \leq -\text{Inf}(X)$ y $\Pi(X) = -\rho(X) \geq \text{Inf}(X)$. La otra desigualdad es evidente a partir de la definición.

eficiencia corregida por el riesgo. Por tanto, si el observador imparcial es adverso al riesgo, interpretado según una medida coherente, tratará de encontrar la distribución de renta que maximice Π . Veamos en la sección siguiente cómo profundizar en la conexión entre medidas de coherencia y utilidad esperada.

3. *El riesgo como variabilidad*

Consideremos ahora la segunda forma de definir el riesgo a partir de la variabilidad: cuanto más amplio sea el rango de valores cubierto por una distribución, mayor probabilidad de que nos toque uno adverso. Para formalizar este segundo concepto acudimos a las denominadas *medidas de desviación* (de ahora en adelante, δ), caracterizadas por las propiedades siguientes:

Subaditividad: $\delta(X + Y) \leq \delta(X) + \delta(Y)$

Homogeneidad Positiva: $\delta(cX) = c\delta(X), \forall c > 0$

Invariancia por translaciones: $\delta(X + c) = \delta(X), \forall c \in \square$

No negatividad: $\delta(X) > 0$ si X no es constante, $\delta(X) = 0$ si es constante.

Las dos primeras propiedades son las mismas que para las medidas coherentes. En particular, las medidas de desviación deben ser subaditivas y reconocer el valor de la diversificación, tal y como debe hacer toda medida del riesgo. La propiedad de invariancia por translaciones implica que al modificar todos los valores de la distribución uniformemente por la misma cantidad, la medida de su variabilidad no cambia. La propiedad de no negatividad establece que la única distribución sin variabilidad es aquella en la que todos los valores coinciden en uno solo, la que podríamos denominar *distribución constante*.

Como ejemplos de medidas de desviación, podemos mencionar la *desviación típica* y la *desviación absoluta*, así como las semidesviaciones (por la derecha y por la izquierda) correspondientes. La varianza, que es muy utilizada en la práctica como medida de dispersión, no es una medida de desviación en el sentido técnico que aquí utilizamos, ya que no es ni subaditiva ni homogénea.

No existe ninguna medida que sea a la vez coherente y de desviación, ya que las propiedades de invariancia por translaciones para los dos casos son incompatibles entre sí. Existen, sin embargo, relaciones muy estrechas entre ambos tipos de medidas, siempre que añadamos propiedades adicionales a los conjuntos de axiomas que las definen. En (Rockafellar et al., 2006), se demuestra que a cada medida del riesgo coherente y acotada por la media se le puede asociar una única medida de desviación *dominada inferiormente*⁸.

Pues bien, en el análisis de la posición original, asumimos que el observador imparcial no tiene otro interés que satisfacer sus preferencias, con independencia de las consecuencias que tuviera para los demás su elección. Supongamos ahora que el

⁸ Vid. *supra* nota 4. En (Rockafellar et al., 2006) se demuestra que toda medida coherente acotada por la media genera necesariamente una medida de desviación dominada inferiormente asociada con ella, y viceversa. La correspondencia viene dada por las siguientes expresiones:

Si se quiere obtener una medida de desviación δ a partir de una acotada por la media ρ ,

$$\delta(X) = \rho(X - E(X)) = \rho(X) + E(X)$$

Si se quiere obtener una medida acotada por la media ρ a partir de una de desviación δ ,

$$\rho(X) = E(-X) + \delta(X)$$

observador quiere incorporar explícitamente a su función de preferencia la desigualdad que su decisión puede generar. Para representar entonces el riesgo impuesto por el velo de la ignorancia será mejor ahora una medida de desviación, pues nuestro observador debe considerar ahora cuánta variabilidad está dispuesto a generar cuando opte por una distribución de renta.

De acuerdo con los resultados de (Rockafellar et al., 2006), retomemos entonces Π para generar una medida de desviación Δ de la siguiente manera:

$$\Delta(X) = E(X) - \Pi(X) = E(X) + \rho(X)$$

Δ medirá así el grado de desigualdad de la distribución comparando su esperanza matemática con la función de preferencia que en la sección anterior definimos sobre una medida coherente. Si queremos obtener una medida estandarizada cuyos valores varíen entre 0 (mínima desigualdad) y 1 (máxima desigualdad), podemos dividir Δ por su valor máximo $E(X)$ y definir así el *índice de desigualdad* $I(X)$:

$$I(X) = \frac{\Delta(X)}{E(X)} = 1 - \frac{\Pi(X)}{E(X)}$$

Las propiedades de nuestro índice son las siguientes⁹:

$$0 \leq I(X) \leq 1$$

$$I(cX) = I(X)$$

⁹ Todas las demostraciones son evidentes a partir de la definición del índice $I(X)$. Así, por ejemplo:

$$\begin{aligned} I(X+c) &= \frac{\Delta(X+c)}{E(X+c)} = \frac{\Delta(X)}{E(X+c)} = \frac{\Delta(X)}{E(X)+c} < \frac{\Delta(X)}{E(X)} = I(X) \\ I(X+Y) &= \frac{\Delta(X+Y)}{E(X+Y)} \leq \frac{\Delta(X)+\Delta(Y)}{E(X+Y)} = \frac{\Delta(X)+\Delta(Y)}{E(X)+E(Y)} = \\ &= \frac{\Delta(X)}{E(X)+E(Y)} + \frac{\Delta(Y)}{E(X)+E(Y)} \leq \frac{\Delta(X)}{E(X)} + \frac{\Delta(Y)}{E(Y)} = I(X) + I(Y) \end{aligned}$$

$$I(X+C) < I(X)$$

$$I(C) = 0, I(X) > 0 \text{ si } X \text{ no es constante}$$

$$I(X+Y) \leq I(X) + I(Y)$$

Las propiedades anteriores son razonables y muchas de ellas son bien conocidas en Economía del Bienestar. La segunda propiedad (invariancia de escala) establece que los cambios en las unidades de medida no modifican el grado de desigualdad. De acuerdo con la tercera, el reparto equitativo, a partes iguales, de bienes, reduce la desigualdad. La cuarta afirma que la desigualdad siempre es positiva, a menos que la distribución sea constante, es decir, que todos reciban la misma cantidad del bien.

¿Qué sucede entonces cuando el observador imparcial elige, bajo el velo de la ignorancia, apoyándose, pongamos, en $\Pi(X)$? Lo importante es que cuando el observador imparcial razona de acuerdo a una medida del riesgo ρ , es inevitable que implícitamente también razone de acuerdo a una medida de desviación Δ y una medida de desigualdad I (y viceversa). De hecho, si la esperanza es constante, la elección con respecto a I será la misma que la elección con respecto a ρ .

Por tanto, cuando el observador imparcial adopta $\Pi(X)$ como criterio de elección, el procedimiento sólo será imparcial respecto a sus intereses particulares, pero contiene una preferencia sustantiva sobre la desigualdad.

Retomemos el ejemplo anterior de la distribución de renta (1,2,3,4,5), y supongamos que nuestro agente tiene preferencias rawlsianas, de modo que evalúa las distribuciones según los peores resultados posibles: deberá escoger entre las distribuciones que se le ofrezcan aquella en la que el riesgo de obtener el peor resultado sea menor. En nuestro ejemplo, el peor resultado posible es 1, de modo que $\Pi(X) = 1$. Las preferencias

rawlsianas son generadas por una medida coherente del riesgo, el Valor en Riesgo Condicional, con un nivel de significación igual a la probabilidad de obtener el peor resultado posible, que en nuestro ejemplo es el 20%¹⁰.

Como hemos visto anteriormente, estas preferencias inducen implícitamente una medida de desviación, y por tanto de desigualdad, $\Delta(X) = E(X) - \Pi(X)$. Como la esperanza de nuestra distribución es 3, su desigualdad será $3 - 1 = 2$. Todo agente con preferencias rawlsianas evalúa, pues, la desigualdad de las distribuciones según la diferencia entre el valor medio y el peor valor. Para un agente rawlsiano, por tanto, las distribuciones (1,2,3,4,5) y (1,3,3,3,5) tienen el mismo grado de desigualdad. Intuitivamente, puede parecer que la segunda es más igualitaria que la primera, pero según la medida de desigualdad que emana de las preferencias rawlsianas no es así, ya que ambas tienen la misma medida $\Delta = 2$ (y también el mismo índice de desigualdad $I = 2/3$). La medida rawlsiana de desigualdad es poco intuitiva porque también lo es la medida de preferencia que la origina.

Debemos, finalmente, poner de manifiesto la conexión entre las medidas de riesgo y la teoría de la utilidad esperada. Un resultado particularmente interesante es el siguiente: muchas medidas del riesgo coherentes, como el CVaR y las basadas en funciones de distorsión (dadas ciertas condiciones), son *compatibles con la dominancia estocástica*¹¹.

¹⁰ Las preferencias rawlsianas también pueden ser generadas mediante el Valor en Riesgo, pero esta no es una medida coherente

¹¹ Dadas dos distribuciones X e Y, se dice que X domina a Y según la *dominancia estocástica de primer orden* cuando sus funciones de distribución verifican que:

$$F_x(x) \leq F_y(x), \forall x \in \mathbb{R}^+$$

Se puede demostrar que todo decisor maximizador de la utilidad esperada, con función de utilidad creciente, preferirá la distribución dominante X en lugar de la distribución dominada Y. Se dice también que X domina a Y según la *dominancia estocástica de segundo orden* cuando sus funciones de distribución verifican que

$$\int_0^x F_x(t) dt \leq \int_0^x F_y(t) dt, \forall x \in \mathbb{R}^+$$

Se puede demostrar que todo decisor maximizador de la utilidad esperada y adverso al riesgo, con función de utilidad creciente y cóncava, preferirá la distribución dominante X en lugar de la distribución

Si una distribución X *domina estocásticamente* a otra Y , *todos los decisores que maximizan la utilidad esperada siendo adversos al riesgo* prefieren X a Y . Pues bien, en ese caso el riesgo de X debe ser inferior al riesgo de Y : $\rho(X) \leq \rho(Y)$. Se verifica además que $\Pi(X) \geq \Pi(Y)$. Aplicándolo al caso que nos ocupa, si modelizamos la elección del observador imparcial mediante la teoría de la utilidad esperada, cuando todos los decisores maximizadores de la utilidad esperada y adversos al riesgo, con funciones de utilidad crecientes y cóncavas, prefieran X a Y obtendremos el mismo resultado que si lo modelizásemos con el CVaR.

4. *¿Es posible un procedimentalismo puro sobre el concepto de riesgo?*

Formulemos ahora explícitamente nuestra tesis: si utilizamos Π , un criterio de decisión basado en una medida coherente de riesgo, para modelizar la elección del observador imparcial, podemos apreciar que nuestro observador *elige implícitamente una medida de desviación que mide también el grado de desigualdad de las alternativas*. Al medir el riesgo y elegir bajo el velo de la ignorancia, el observador mide y elige también una dispersión de la distribución de renta resultante. Si recordamos los ejemplos mencionados en la introducción, es incluso intuitivo: al aumentar la desigualdad entre rentas, aumentan también las probabilidades de obtener un resultado desfavorable.

Por tanto, aun cuando el observador elija con independencia de su propia posición relativa en la distribución de rentas, el procedimiento (la representación de sus

dominada Y . Todas las medidas coherentes del riesgo son “compatibles” con la dominancia estocástica de primer orden, lo que significa que, si X domina a Y , entonces la medida del riesgo de X debe ser menor o igual que la medida del riesgo de Y . Esto está garantizado por la propiedad de monotonía. Algunas medidas coherentes como el CVaR y las medidas de dispersión (bajo ciertas condiciones) son asimismo “compatibles” con la dominancia estocástica de segundo orden. Es decir, si X domina a Y , entonces la medida del riesgo de X debe ser menor o igual que la medida del riesgo de Y .

Dadas dos distribuciones arbitrarias, no siempre son comparables según los criterios de dominancia estocástica, por lo que el orden generado por estos criterios no es total sino parcial. Este hecho limita obviamente el rango de aplicaciones de estos conceptos.

preferencias mediante una medida de coherencia) lleva implícito una inclinación sustantiva por minimizar la desigualdad. Un agente interesado exclusivamente en reducir su propio riesgo de ser pobre se verá así obligado a elegir de modo tal que se reduzca también el riesgo de que los demás sean pobres, aunque él mismo no sea en modo alguno altruista. En otras palabras, la elección de la medida de riesgo que nos permita, a su vez, elegir bajo el velo de la ignorancia es ya una elección moral, pues nos obliga a considerar *ex ante* la desigualdad que nuestra elección inducirá en la distribución de renta.

Recordemos, sin embargo, que para tanto para Rawls como para Harsanyi la justicia como equidad se sostiene sobre un procedimentalismo puro, de modo tal que es el propio procedimiento lo que establece la justicia de la elección del observador imparcial. Es decir, individuos con distintas concepciones de la justicia debieran poder llegar a un acuerdo sobre la distribución de los bienes primarios, al cubrirse con el velo de la ignorancia. Su elección sería neutral respecto a sus intereses particulares y de ahí la justificación de su acuerdo. Pero si aceptamos que las medidas de coherencia son la opción más austera para modelizar la aversión al riesgo del observador imparcial, dado que no suponen en el agente ninguna preferencia por la igualdad, tenemos que admitir también que la pureza del procedimiento está viciada a favor del igualitarismo.

Aunque (Rawls, 2001: xvii, 43, 95-96) sostuvo que la aversión al riesgo no contribuye a justificar el principio de diferencia, el análisis que proponemos muestra, de un modo nuevo, justamente lo contrario. Para (Harsanyi, 1975: 598), el postulado de equiprobabilidad se puede interpretar precisamente como expresión del principio moral de que el observador imparcial ha de concederle el mismo peso *a priori* a los intereses

de todos los miembros de la sociedad. Pero, si nuestro análisis acierta, se diría que los igualitaristas tendrían los dados cargados a su favor.

Una réplica inmediata a nuestra objeción impugnará el uso de medidas del riesgo como las propuestas para modelizar la elección del observador imparcial. Al fin y al cabo, se alegrará, en nuestro enfoque el observador imparcial elegiría con los mismos instrumentos de un agente de bolsa. Nuestras medidas del riesgo son simples reglas de decisión que no captan toda la riqueza del razonamiento moral modelizado con la teoría de la utilidad esperada. La estructura de preferencias representada por la función Π no nos permitiría analizar interacciones estratégicas, por ejemplo. Sin embargo, podría invertirse la objeción, pues hoy sabemos también, después de varias décadas de economía experimental, que las decisiones de los agentes económicos se desvían en numerosos contextos de la teoría de la utilidad esperada, sin que su justificación como canon normativo sea tampoco incontestable. Sin embargo, funciones de decisión como Π son ampliamente utilizadas en toda clase de operaciones económicas, lo cual sugiere que, al menos como heurística para decisiones arriesgadas, las medidas de coherencia merecen consideración teórica. Además, como señalábamos al final de la sección anterior, el criterio de dominancia estocástica nos permite establecer cierta equivalencia entre medidas de riesgo y utilidad esperada.

Creemos que esta equivalencia nos ayuda a esclarecer parte, al menos, del éxito del argumento del observador imparcial. Pues ¿estaríamos dispuestos a aceptar una elección bajo el velo de la ignorancia que generase distribuciones extremadamente desiguales de la riqueza? Por ejemplo, dos distribuciones como (10,10,10) y (0,10,20) serían equivalentes para un decisor bajo el velo de la ignorancia e indiferente al riesgo. Pero la primera parece mucho más justa, en la medida en que es más igualitaria.

Un evaluador nos propone una objeción más global: si Rawls sostenía que bajo el velo de la ignorancia la incertidumbre era tan radical que no cabía cuantificación, al interpretar su argumento mediante medidas de riesgo no le somos fieles (como no lo será cualquier otra interpretación que trate de cuantificar semejante incertidumbre). Siendo esto cierto, cabe plantearse también nuestro argumento como un posible desarrollo de la posición de Rawls, que interesará al menos a quienes creen que su argumento sobre la incertidumbre radical no es defendible. Por ejemplo, (Thomas Nagel, 1973: 230) ya apuntó que, en su *Teoría de la justicia*, Rawls justificaba semejante incertidumbre por la irracionalidad de apostar en una situación en la que los resultados (la distribución de bienes primarios) podían ser inaceptables. Pero ¿por qué entonces no calcular probabilidades para todas las demás distribuciones por encima de ese umbral? Como indica Nagel, esto supondría poder comparar distribuciones que suponen ganancias para unos y pérdidas para otros –tal como haría, por ejemplo, un utilitarista–, lo cual a Rawls le resulta inaceptable. Pero impedir tales comparaciones, concluye Nagel, supone violar la imparcialidad procedimental de la posición original. (Kurtulmus, 2012) propone para remediarlo un argumento sobre la imposibilidad de calcular probabilidades por el carácter inevitablemente *vago* de los términos que emplearíamos para efectuar comparaciones bajo el velo de la ignorancia.

En *Justicia como equidad*, el propio Rawls intenta aclarar el alcance de su argumento sobre la incertidumbre radical¹². Sin embargo, creemos que lo logra, una vez más, a costa del carácter procedimental de su argumento. Sostiene (Rawls, 2001: 106): en la

¹² “[I]n arguing for the difference principle over other distributive principles (say a restricted principle of (average) utility, which includes a social minimum), there is no appeal at all to the maximin rule for decision under uncertainty. The widespread idea that the argument for the difference principle depends on extreme aversion to uncertainty is a mistake, although a mistake unhappily encouraged by the faults of exposition in *Theory*, faults to be corrected in Part III of this restatement.” (Rawls, 2001: 43 footnote)

posición original, “asumimos que las actitud de las partes ante la incertidumbre se basa en lo que consideran los intereses fundamentales de los ciudadanos que representan”. Es decir, la aversión al riesgo se basaría de nuevo en preferencias explícitamente morales. Por supuesto, como observa nuestro evaluador, podemos dar buenos argumentos para justificar estas preferencias. Pero esto resta neutralidad procedimental a la posición original¹³.

Nuestro análisis nos permite mostrar, en cambio, que incluso aceptando la posibilidad de cuantificar la incertidumbre, la aversión rawlsiana al riesgo lleva implícita una preferencia anti-procedimental por la igualdad, anterior al principio de diferencia. Dado el éxito del argumento de Rawls, podríamos pensar que semejante concepción del riesgo es ampliamente compartida. Desde este punto de vista, las medidas que acabamos de presentar pueden ayudarnos a reformular el argumento rawlsiano mediante un rango más extenso de preferencias sobre riesgo e igualdad, que ayudaran a definir con mayor precisión el alcance del contractualismo procedimentalista. Dejamos esta tarea para otra ocasión.

¹³ Agradecemos los apuntes de A. Faik Kurtulmus (comunicación personal) sobre este punto.

2 *¿Fue justa alguna vez la justicia actuarial?*

En terminología actuarial, el precio (o prima) de una póliza de seguros se considera justo o equitativo cuando cumple la propiedad de que los asegurados expuestos a riesgos idénticos paguen primas iguales. Este precio justo se calcula a partir del valor esperado o esperanza matemática de la siniestralidad, obtenida multiplicando las posibles cuantías de los siniestros por sus respectivas probabilidades. En este capítulo se argumenta que este concepto de justicia o equidad actuarial se origina históricamente en un principio aristotélico de justicia en los intercambios, al que hemos denominado Principio de Igualdad en el Riesgo. Se muestra aquí cómo se formalizó este principio en el siglo XVI y cómo influyó y conformó los seguros de vida en los siguientes doscientos años, mediante dos diferentes interpretaciones. La versión Domatiana de la equidad actuarial se fundamenta en la incertidumbre subjetiva: un acuerdo sobre riesgos será justo cuando ambas partes comparten la misma incertidumbre sobre la ocurrencia de los sucesos aleatorios. La versión objetivista basa la justicia de los acuerdos en la medición objetiva de los riesgos, a partir de tablas de mortalidad. Se muestra cómo el enfoque objetivista fracasó en el siglo XVIII cuando se aplicó a los mercados de rentas vitalicias, lo que plantea la pregunta de por qué seguimos hablando hoy en día de la equidad actuarial en términos de esperanzas matemáticas objetivas.

1. Una nueva mirada sobre la Equidad Actuarial

A diferencia de lo que sucede en otros campos de la economía o de las finanzas, en el corazón de la ciencia actuarial se detecta un concepto normativo: se dice que el precio de un seguro es justo o equitativo cuando está calculado de forma que los asegurados expuestos a los mismos riesgos paguen primas similares. No hay, sin embargo, una teoría específica que lo justifique. Durante más de tres siglos, académicos y profesionales han dado por sentado el principio de que los precios de riesgos similares deberían ser iguales, tomándolo como un objetivo o referencia ideal. En la actualidad, sin embargo, algunas aplicaciones de este principio han generado controversias. Por un lado, las nuevas regulaciones del negocio de los seguros (como la Directiva Solvencia II de la Unión Europea (2009/138/EC)) permiten una mayor discrecionalidad en la gestión de las compañías siempre que se satisfagan estrictos controles de solvencia. Por otro lado, las nuevas y potentes herramientas estadísticas de Big Data han incrementado considerablemente la capacidad predictiva de las compañías, permitiéndoles una mayor libertad para fijar sus precios. Mientras que los actuarios tradicionales clasificaban a los clientes en amplias y poco precisas clases de riesgo, las nuevas herramientas hacen posible subdividir esas clases y obtener clasificaciones mucho más ricas y minuciosas. El mismo concepto de equidad actuarial parece estar mutando. En marzo de 2011, una sentencia del Tribunal Europeo de Justicia (C-236/09) prohibió el uso del género de las personas como factor de tarificación, una decisión que la industria calificó como injusta (“unfair”) (Landes, 2015).

En este capítulo se busca precisar el concepto de justicia o equidad actuarial examinando su génesis histórica¹. Tradicionalmente se ha identificado la prima equitativa de una

¹ En lo sucesivo, hablaremos indistintamente de *justicia* y de *equidad* actuarial, dos posibles traducciones al español de la expresión inglesa *actuarial fairness*, que consideraremos equivalentes. Solo trataremos

póliza de seguros con el *valor esperado* de su siniestralidad. Por ejemplo, si las cuantías de dicha siniestralidad pueden ser 0 (con probabilidad 0.81), 50 (con probabilidad 0.18) y 100 (con probabilidad 0.01), entonces el valor esperado es $E(X) = 0 \times 0.81 + 50 \times 0.18 + 100 \times 0.01 = 10$. Ahora bien, ¿por qué es el valor esperado así definido la mejor interpretación del principio de *precios iguales para riesgos iguales*? En la primera parte de este capítulo, se defiende que esta identificación es un accidente histórico, no una necesidad conceptual. Como veremos en las secciones 2-4, los primeros teóricos de la probabilidad en el siglo XVII usaron los valores esperados para formalizar un principio aristotélico sobre la justicia de los contratos cuyos resultados dependen de sucesos aleatorios, al que denominaremos *Principio de Igualdad en Riesgo*: según este principio, la distribución de costes y beneficios en tales contratos es justa cuando es proporcional a los riesgos que corren las partes contratantes. El concepto moderno de equidad actuarial nació en el siglo XVII cuando se emplearon los valores esperados para calcular el precio justo de un tipo particular de contrato: las rentas vitalicias (sección 5)².

En la sección 3 se presentan dos interpretaciones diferentes de esta formalización de la igualdad en riesgo, que coexistieron en los siglos XVII y XVIII. La primera es una interpretación legal de la justicia de un contrato aleatorio, debida al jurista Jean Domat y que denominaremos interpretación *Domatiana*, en la que las esperanzas se calculan a partir de estimaciones compartidas de las probabilidades de los sucesos aleatorios. Los acuerdos resultantes serían justos en la medida en que ambas partes compartan la misma incertidumbre acerca de los riesgos sobre los que están apostando en los contratos. La

aquí el concepto de justicia actuarial utilizado habitualmente en la literatura actuarial, restringido al problema de la tarificación de pólizas de seguros mediante esperanzas matemáticas. Existen concepciones más generales que no discutiremos, como el principio de solidaridad defendido en (Stone, 1933).

² Las rentas vitalicias son rentas pagadas hasta el momento del fallecimiento de una persona. Aunque técnicamente no son seguros de vida, durante el periodo aquí considerado (siglos XVII y XVIII) sí fueron consideradas como tales (Clark, 1999: 95-102).

segunda interpretación, a la que denominaremos *objetiva*, considera que el acuerdo es justo cuando el valor esperado se calcula a partir de una tabla de mortalidad que cuantifica el riesgo objetivo de muerte.

En las secciones 4 y 5 se explica cómo se implementaron ambas versiones de la justicia actuarial para calcular el precio justo de rentas vitalicias. Para Jan De Wit, un acuerdo entre las partes sin necesidad de una estimación previa de probabilidades permitía obtener precios justos domatianos. Para Edmund Halley o Nicholas Bernoulli, los precios justos objetivos se basaban en estimaciones empíricas de los riesgos de muerte reales. La sección 6 muestra cómo la proliferación de tablas de mortalidad contribuyó al fracaso de la interpretación objetivista en el mercado de rentas vitalicias. En efecto, lejos de converger hacia un conjunto de precios actuariales justos, las diversas estimaciones de la mortalidad dieron lugar a colecciones de precios contradictorios en los que raramente confiaban los proto-actuarios a la hora de vender sus pólizas.

El objetivo de este capítulo es estudiar la historia del concepto teórico de equidad o justicia actuarial. Esta historia está estrechamente vinculada con algunos episodios del nacimiento y desarrollo temprano de la estadística y el cálculo de probabilidades modernos, bien documentados y estudiados, como los del surgimiento de la esperanza matemática y las tablas de mortalidad. La contribución original del capítulo consiste en el estudio de las diferentes concepciones de la justicia que han sustentado las propuestas de precios actuariales justos durante dos siglos. Se lleva a cabo, además, un contraste empírico del enfoque objetivista de la equidad actuarial, a partir de la comparación de los diferentes precios obtenidos mediante las tablas de mortalidad más importantes hasta los primeros años del siglo XIX. La conclusión es que la equidad actuarial es un concepto abstracto que ha sobrevivido hasta nuestros días, en paralelo a una amplia variedad de prácticas actuariales en los mercados reales sobre las que no ha tenido demasiada

influencia. Esperamos que este análisis contribuya a disipar la ilusión de objetividad que todavía impregna los debates sobre los precios de los seguros.

2. La justicia de las medias aritméticas.

El primer paso del argumento es precisar el concepto de justicia que se formaliza en la versión objetivista de la equidad actuarial a partir de las esperanzas matemáticas. Históricamente, el principio de precios iguales para riesgos iguales se origina en la tradición aristotélica que valoraba la justicia de los intercambios en términos de los valores medios. En el quinto libro de la *Ética Nicomaquea* (EN 1131b25-1132b20), Aristóteles abordó el problema de la justicia de los contratos mediante una analogía matemática. Supongamos que dos partes, que tienen los mismos derechos a poseer un determinado bien, reciben porciones diferentes de este, (a,b) : la división justa del bien en este caso sería la media aritmética de las dos porciones, $(a+b)/2$. Aunque Aristóteles no discutió en detalle cómo sería la aplicación práctica de su propuesta a los contratos reales, sus ideas fueron enormemente influyentes y fueron reproducidas casi literalmente por sus comentaristas medievales (Fleischacker, 2004). Así, por ejemplo, para Tomás de Aquino un intercambio es justo cuando las cantidades intercambiadas coinciden exactamente con su media aritmética:

Y de este modo se realiza la igualdad según la media aritmética, que se determina según un excedente cuantitativo igual: así, el número 5 es medio entre 6 y 4, pues excede y es excedido en la unidad. Pues si al principio ambas partes tenían 5, y una de ellas recibe 1 de lo que es propio de la otra, una, es decir, la que recibe, tendrá 6, y a la otra le quedarán 4. Habrá, pues, justicia si se reduce a ambas al término medio, de modo que se quite 1 a la que tiene 6 y que se dé a la que tiene

4; pues de este modo tendrá cada una 5, que es el medio. (ST II-II, q61, a2)
(Aquino, 1940 [1225-1274])

En este marco aristotélico, los escolásticos estudiaron en detalle la justicia de los contratos aleatorios, cuyos beneficios y pérdidas dependen de sucesos inciertos³. Fue aquí donde surgió el principio de *Igualdad en Riesgo*⁴, del que presentamos a continuación una versión debida a Domingo de Soto (1494-1560). Soto fue un teólogo dominico que sistematizó siglos de controversias legales entre los escolásticos en su obra monumental *De Iustitia et Iure* (Soto, 1967[1556]). En las cuestiones 6 y 7 de su sexto libro, Soto estudió la distribución justa de beneficios y pérdidas entre las partes firmantes de un contrato aleatorio. Su principal propuesta fue que una división aristotélica (basada en la media aritmética) sería justa solo cuando las contribuciones de los socios (en capital o en trabajo) estuvieran expuestas a riesgos similares. En caso contrario, los beneficios y pérdidas deberían repartirse proporcionalmente a los riesgos asumidos.⁵ Este es

³ Las relaciones entre los contratos aleatorios y los seguros han sido estudiadas por (Ceccarelli, 2001). A partir del artículo fundamental de (Coumet, 1970), numerosos autores han analizado el papel de los contratos aleatorios en la formación del moderno concepto de probabilidad, entre ellos (Daston, 1988: 15-33) y (Franklin, 2001: 258-288). Las discusiones de la dimensión moral de estos contratos entre los pensadores católicos medievales tardíos y los primeros modernos, se centraron sobre todo en la cuestión de la legitimidad de la usura (el cobro de un interés sobre los préstamos). Aquí nos centramos más bien en la cuantificación de las ganancias justas de estos contratos, asumiendo su licitud. A diferencia de (Daston, 1988: 19), que analiza la equidad en términos puramente legales, nosotros exploramos los fundamentos morales de los contratos aleatorios en el marco de la justicia conmutativa aristotélica. Las formulaciones más tempranas de la igualdad en riesgo en el siglo XIV se deben a Alexander Lombard y a Baldus (Franklin, 2001: 271-272). En el siglo XVII, las encontramos en Lessius o en Juan de Lugo (Franklin, 2001: 287-288).

⁴ La igualdad en riesgo se puede considerar como una versión probabilista de lo que algunos académicos han denominado *igualdad en el intercambio* (Gordley, 1993: 94-102). En la tradición aristotélica nunca se alcanzó un acuerdo sobre cómo cuantificar el precio justo de un intercambio equitativo, aparte de algunas reglas empíricas. Existen diferentes interpretaciones de la justicia conmutativa, así como discusiones sobre si los precios justos deben interpretarse como costes de producción o como precios de mercado (Monsalve, 2014).

⁵ (Ceccarelli, 2001: 610-612) analiza las ideas de Soto en relación con la justicia de los contratos de seguro. (Teira, 2006: 214-216) muestra la influencia de este enfoque en el desarrollo inicial de la teoría de la probabilidad.

precisamente el principio que hemos denominado de *Igualdad en Riesgo*, que incorpora la incertidumbre en la justicia conmutativa.

La igualdad en riesgo permitió a Soto distinguir entre contratos de seguros y préstamos. En estos últimos, el dueño del dinero no corre ningún riesgo cuando lo presta: el prestatario deberá devolverlo, junto con el interés, independientemente del éxito o fracaso de su negocio. Esto es lo que motiva la acusación de usura y, por tanto, de injusticia. En un contrato de seguros, sin embargo, ambas partes están expuestas al riesgo. La parte asegurada perderá la prima pagada si no ocurre ningún percance, y en caso contrario la parte aseguradora repondrá el capital asegurado. La prima es por tanto una compensación por la exposición al riesgo de la aseguradora.

La igualdad en riesgo fue formalizada en los primeros desarrollos de la teoría de la probabilidad, cuando Pascal y Huygens formularon el concepto de esperanza matemática para analizar los problemas de distribución de las ganancias en un cierto tipo de contratos aleatorios: los juegos de azar (Daston, 1988: 49-110; Franklin, 2001: 306-316; Teira, 2006). En su *Tratado del triángulo aritmético* (1665), Pascal formuló el llamado *Problema de los Puntos*, en relación a la distribución de las sumas apostadas en un juego de azar que se interrumpe antes de su finalización. Según Pascal, dicha distribución debería ser estrictamente proporcional a lo que los jugadores podrían justamente esperar del azar (“la incertidumbre de ganar es proporcional a la certeza de lo que arriesgamos según la proporción de los riesgos de ganancia y pérdida” (Pascal, 1963: 57)). Pero ¿cómo cuantificar esta esperanza justa o equitativa? Huygens propuso un algoritmo en su *De ratiociniis in ludo aleae* (1657). En un juego en el que dos jugadores consiguen a si ganan o b si pierden, pudiendo ocurrir igualmente ambos resultados, la esperanza es $(a+b)/2$ (“If I may expect either a or b and either could equally easily fall to my lot, then my expectation should be said to be worth $(a+b)/2$ ” (Bernoulli, 2006: 133)). Tenemos aquí

una media aritmética, acorde con el principio aristotélico de justicia conmutativa. Pero el riesgo al que están expuestos los jugadores solo está cuantificado de forma implícita. Hoy día interpretamos la fórmula de Huygens como una esperanza matemática: una media de los valores (a,b) ponderada por sus probabilidades, siendo estas iguales en este caso (es decir, siendo (a,b) equiprobables).

Esta igualdad en riesgo formalizada permitió resolver el Problema de los Puntos: si el juego se interrumpe, cada jugador debería recibir una cantidad igual a la esperanza de su ganancia. Y esta cantidad sería también el precio justo que los jugadores deberían pagar por participar en el juego. Por tanto, aquellos jugadores que corran los mismos riesgos deberían también pagar los mismos precios.

3. Teoría y práctica de la medición de riesgos mediante contratos.

La versión de la justicia actuarial basada en esperanzas matemáticas surgió por tanto a partir del principio aristotélico de la igualdad en riesgo. Podríamos afirmar, en consecuencia, que si Aristóteles hubiera utilizado una analogía diferente, quizás nunca se hubiera evaluado la justicia de los precios en términos de medias aritméticas. Los estudios históricos han mostrado claramente que Huygens no cuantificó directamente los riesgos mediante probabilidades matemáticas. Lo que hizo más bien fue estudiar los contratos sobre apuestas y buscar equivalencias entre ellos, siguiendo un procedimiento habitual en matemáticas comerciales (Sylla, 2003). Si los contratos corrían los mismos riesgos, sus valores esperados deberían coincidir. La cuantificación de las probabilidades implícitas se obtendría posteriormente, como un subproducto de este procedimiento.

El argumento con el que Huygens formuló el concepto de esperanza matemática consideraba un juego sencillo α , basado por ejemplo en las sucesivas tiradas de una moneda, en el que dos jugadores tienen iguales posibilidades de obtener los pagos a y b

(siendo $a < b$). El juego se interrumpe antes del final, pero dos nuevos jugadores quieren retomarlo en el mismo punto, pagando cada uno una cantidad x por incorporarse al juego. El Problema de los Puntos consiste precisamente en determinar cuál debería ser dicha cantidad x , supuestos los pagos a , b y el momento en el que el juego α se interrumpe. Los dos nuevos jugadores convienen que el ganador de este segundo juego β recibirá $2x$, mientras que el perdedor seguirá obteniendo la misma cantidad a que en el juego anterior. De acuerdo con un procedimiento habitual en las matemáticas comerciales, los dos juegos α y β serán equivalentes si los jugadores obtienen los mismos premios: por tanto, $2x - a$ debe ser igual a b , por lo que la cantidad x que deberían pagar los dos nuevos jugadores del juego β para reemplazar a los primeros jugadores del juego α será $(a+b)/2$. Este es el valor esperado o esperanza matemática del juego β , y será también el precio justo del primer juego (interrumpido) α . El peso $1/2$ de la fórmula anterior se debe a que hay dos jugadores apostando en el juego, no a una cuantificación previa de las probabilidades.⁶

Huygens precisó de esta manera los fundamentos teóricos de nuestro concepto actual de justicia actuarial, formalizando el principio de igualdad en riesgo. A esto es a lo que hemos denominado versión *objetivista* de la justicia actuarial: en esta interpretación, el cálculo de los precios se basa en la cuantificación de las diferentes variables que aparecen en el algoritmo, suponiendo que dicha cuantificación es única.

Y sin embargo, nadie podría estimar objetivamente la igualdad en riesgo de los contratos de seguros, careciendo de técnicas fiables para la cuantificación de las probabilidades. Esto sucedía en tiempos de Soto, para quien no era posible efectuar valoraciones objetivas de los riesgos en todas las posibles situaciones, por lo que los acuerdos dependían de las

⁶ Esta es ahora la interpretación habitual del nacimiento del concepto de esperanza matemática a partir del Problema de los Puntos (Daston, 1988), que ya se ha incorporado en las más recientes historias de la ciencia actuarial (Turnbull, 2016: 5-8).

opiniones de las partes contratantes (Soto, 1967[556]: 580).⁷ Pero también sucedía lo mismo en los siglos XVII y XVIII. Debemos recurrir de nuevo a las doctrinas jurídicas para comprender el funcionamiento de la justicia actuarial en las prácticas aseguradoras. Entre los amigos más cercanos de Pascal se encontraba el jurista Jean Domat (1625-1696), autor del monumental *Las leyes civiles en su orden natural* (1689), obra considerada como el primer intento de sistematización racional del derecho francés.⁸

Domat estudia en varias partes de su libro el papel que desempeña la incertidumbre en la justicia de los acuerdos. Trata, por ejemplo, el caso de los pactos en los que una de las partes renuncia a cualquier beneficio, a cambio de liberarse de las posibles pérdidas que conlleva un suceso incierto. Para Domat, la justicia del acuerdo reposa sobre lo siguiente:

[O]ne party prefers a certainty, whether of profit or loss, to an uncertain expectation of events; and the other party, on the contrary, finds it his advantage to hope for a better condition. Thus, there is made up between them a sort of equality in their bargains, which renders their agreement just. (Domat, 1850[1689]: 186)

Por tanto, el acuerdo será justo si las partes tienen expectativas complementarias respecto al suceso incierto. Tales expectativas dependen, por supuesto, de sus estimaciones subjetivas de las posibilidades de sufrir la adversidad. Para Domat, estas estimaciones subjetivas proporcionan una base sólida a la justicia del acuerdo, siempre que las partes

⁷ Resulta interesante comparar el enfoque abstracto de Soto sobre la fijación de los precios actuarialmente justos con el análisis de Pedro de Santarem en 1552 (Santarem, 1971[1552]), más cercano a las prácticas de los mercados. Para Santarem, el precio justo no debería desviarse más de la mitad del precio que habitualmente cobran los aseguradores por aceptar los riesgos (Libro 5, Sección 6). En el caso de los seguros marítimos, dicho precio era según Santarem el 8% del valor del cargamento.

⁸ A pesar de su importancia, no se han llevado a cabo muchas investigaciones académicas sobre Domat. El estudio sistemático más reciente es (Iglesias, 2009). El pionero (Coumet, 1970) fue el primero en advertir la influencia de las ideas sobre los contratos aleatorios de Domat en el desarrollo inicial de la teoría de la probabilidad.

contratantes tengan el mismo grado de incertidumbre acerca de la ocurrencia del suceso incierto. Supongamos, por ejemplo, una sociedad cuyos miembros invierten una cierta cantidad de dinero en un fondo común para financiar las dotes de las posibles hijas que tengan los socios en el futuro (Domat, 1850[1689]: 354-355). Según Domat, este será un acuerdo justo siempre que todos los socios estén en la misma situación de incertidumbre respecto al número futuro de hijas: “under the same uncertainty of the event, and with the same right, having rendered their condition equal, it made also their agreement just”.

Tenemos aquí una segunda versión de la justicia actuarial en la que la igualdad en riesgo se interpreta en términos de igualdad de ignorancias: ninguna de las partes podría sacar partido de la ignorancia de las demás para su propio beneficio. Llamaremos *Domatiana* a esta interpretación de la igualdad en riesgo. A diferencia de la interpretación objetivista, esta no presupone un procedimiento previo para cuantificar los riesgos (a partir de las simetrías del contrato, como en Huygens, o de cualquier otra forma). En el enfoque Domatiano, las partes pueden partir de cualquier cuantificación sobre la que alcancen un consenso, y tanto el acuerdo como el correspondiente precio serán justos, siempre que ninguna parte oculte información relevante. Como comprobaremos en las dos secciones siguientes, ambas versiones de la justicia actuarial coexistieron en la transición hacia el siglo XVIII.

4. La versión Domatiana de la justicia actuarial.

Vamos a ver a continuación en acción a la versión Domatiana de la justicia actuarial en el escrito de Jan de Witt (1625-1672) titulado “Value of life annuities in proportion to redeemable annuities” (De Witt, 1995[1671]). Gran Pensionario de las Provincias Unidas, el documento fue elaborado como un informe dirigido a los Estados Generales holandeses, en un momento en que se pretendía emitir rentas vitalicias a precio fijo (y por

tanto, independiente de la edad). A cambio de la prima fija, los compradores recibirían pagos periódicos durante el resto de sus vidas. La emisión de rentas vitalicias a prima fija había sido un método tradicional de financiación de los estados, municipios y otras instituciones durante varios siglos. Jan de Witt fue el primero en calcular el valor de una renta vitalicia como la suma de los valores actuales esperados de los pagos futuros (Daston, 1988: 27-28; Hald, 1990: 123-131; Turnbull, 2016: 11-13).

De Witt llevó a cabo sus cálculos dentro del marco normativo que hemos comentado, partiendo de la analogía entre rentas vitalicias y juegos de azar. Por un lado, las recompensas del juego se corresponden con los posibles ingresos que obtiene el comprador de la renta, dependiendo de la duración de su vida. Por otro lado, las posibilidades de obtener los distintos resultados del juego se corresponden con las posibilidades de que el comprador muera en algún momento del futuro. De Witt calculó el valor esperado de una renta vitalicia para una persona de edad x (a_x) mediante una fórmula cuya expresión en la notación actual sería (Hald, 1990: 128):

$$a_x = \frac{1}{l_x} \sum_{t=1}^{w-x-1} a_{\overline{t}|} d_{x+t}$$

Los posibles resultados del juego son los términos $a_{\overline{t}|}$, que denotan el valor actual de una renta financiera pagadera semestralmente (al 4% de interés anual) durante t semestres. El número de muertos en cada periodo $x+t$ es d_{x+t} . El número total de muertos a partir de la edad x (expresada en semestres) es $l_x = d_x + d_{x+1} + \dots + d_{w-1}$, siendo w la máxima edad alcanzable (también expresada en semestres). Por tanto, d_{x+t}/l_x es una distribución de probabilidad (Hald, 1990: 128). Pero no fue así como De Witt estimó las posibilidades de morir. De Witt dividió la duración de la vida de las personas en cuatro intervalos, (3, 53),

(53, 63), (63, 73) and (73,80)⁹, y estimó las posibilidades de morir en cada uno de ellos de la siguiente manera:

[T]aking for example two persons of equal constitution, one aged 40 years, and the other 58 years, if these two persons made such a contract, that in case the person of 58 years should happen to die in less than 6 months, the one aged 40 were to inherit a sum of 2000 florins from the property of the defunct; but that if, on the other hand, the person aged 40 years should die in less than 6 months, the other aged 58 years were to have 3000 florins from the property of the deceased; such a contract cannot be considered disadvantageous for the person who would have the 3000 florins, if the event were favourable to him, and who, in the contrary event, would only lose 2000 florins. (De Witt, 1995[1671]: 2)

Las posibilidades de morir en los dos intervalos se infieren de la justicia del contrato: para De Witt, la proporción entre la posibilidad de morir en el rango (53-63) y la de morir en el rango (3-53) es de 3 a 2, porque la cantidad pagada en el caso de que la persona muera en el primer intervalo es igual a $2/3$ de la cantidad pagada en el caso de muerte en el segundo intervalo. Esto es la justicia actuarial en versión Domatiana, no objetivista: no hay una cuantificación independiente de los riesgos. Las dos partes llegan a un acuerdo implícito sobre los riesgos porque ninguna de ellas considera desventajoso (“disadvantageous”) el contrato.

Al comprar una renta vitalicia al precio calculado mediante la fórmula de De Witt, las dos partes del contrato acuerdan implícitamente una cierta proporcionalidad entre las posibilidades de muerte en cada rango de edad: tomando (3-53) como referencia, las

⁹ El supuesto analítico de una probabilidad constante de muerte en un rango de edad era habitual en la época: véase (Clark, 1999: 122).

proporciones son $2/3$ para (53-63), $1/2$ para (63,73) y $1/3$ para (73,80). La formulación de De Witt será compatible con el principio de igualdad en riesgo cuando los compradores cuya edad esté dentro del mismo intervalo tengan las mismas posibilidades de morir, y se verifiquen asimismo las relaciones de proporcionalidad entre las posibilidades de muerte asociadas a edades pertenecientes a intervalos diferentes. Al aceptar esta distribución, las partes reconocen estar sometidas a la misma incertidumbre (“under the same uncertainty of the event”). En caso contrario, alguna de ellas podría sacar partido de la ignorancia de la otra.¹⁰

5. La versión objetivista de la justicia actuarial.

Veremos a continuación cómo surgió la versión objetivista de la justicia actuarial a comienzos del siglo XVIII, gracias a las tablas de mortalidad. Estas proporcionaron una fuente independiente de información para la cuantificación del riesgo de muerte, y nos permiten diferenciar las dos nuevas formulaciones que comentaremos (debidas a Halley y Bernoulli) del enfoque Domatiano de De Witt.

En 1693, Edmund Halley publicó en las *Philosophical Transactions* de la Royal Society su “estimate of the degrees of mortality of mankind”, basado en los archivos de la ciudad de Breslavia (Daston, 1988: 125-138; Hald, 1990: 131-141; Turnbull, 2016: 13-16). Para Halley, el precio de los seguros debería calcularse en base a las tablas de mortalidad (Halley, 1693: 602), ya que estas proporcionan estimaciones empíricas de las posibilidades de muerte a las distintas edades. Mientras que De Witt estimaba

¹⁰ No estamos de acuerdo con la acusación de circularidad esgrimida contra De Witt en (Daston, 1988: 28-33). Según Daston, De Witt pudo evitar mencionar la probabilidad o la equiprobabilidad gracias a su planteamiento basado en contratos idénticos acerca de situaciones totalmente simétricas, en las que el número de posibles resultados coincide con el número de socios. Sin embargo, De Witt formuló su argumento sobre la igualdad en riesgo (de muerte) en base a cuatro intervalos de edad completamente arbitrarios (Daston, 1988: 125), sin ninguna justificación probabilística. Los socios potenciales son libres de aceptar o rechazar los contratos según su propia conveniencia, sin necesidad de una estimación independiente y objetiva de los riesgos, y es aquí precisamente donde situamos el núcleo del debate sobre la definición de justicia actuarial.

implícitamente las distintas posibilidades sobre la base de los contratos, Halley recurrió a las frecuencias empíricas sobre la mortalidad. Así las expresaba, por ejemplo, respecto a dos hombres de 20 y 50 años de edad: “it being 100 to 1 that a Man of 20 dies not in a year, and but 38 to 1 for a Man of 50 Years of Age” (Halley, 1693: 602). Para Halley, “it is plain that the Purchaser ought to pay for only such a part of the value of the Annuity, as he has Chances that he is living” (Halley, 1693: 602). Lo que es evidente para Halley es, por tanto, el principio de igualdad en riesgo, que prescribe precios iguales para riesgos iguales, con la diferencia de que ahora los riesgos se cuantifican a partir de registros estadísticos. Surge, sin embargo, una objeción en relación al empleo de las estadísticas de mortalidad de Breslavia para las estimaciones de riesgos en otras ciudades, regiones o países diferentes, tal y como reconoce el propio Halley: “it may be objected, that the different Salubrity of places does hinder this proposal from being universal; nor can it be denied” (Halley, 1693: 619). La solución a este problema requeriría, según él, llevar a cabo más investigaciones empíricas.

Nicolás Bernoulli estaba de acuerdo en esto con Halley. En 1711, publicó un resumen de su tesis doctoral sobre las aplicaciones del *Ars conjectandi* en el Derecho (Bernoulli, 1992[1711]; Daston, 1988: 136-137; Hald, 1990: 110-115). Dos años después, Nicolás publicó el propio *Ars conjectandi*, una obra fundamental que estableció las bases de la teoría de la probabilidad moderna y que su tío Jacob había dejado inacabada. Sin embargo, el trabajo de Nicolás todavía se inscribe en un marco normativo. En el capítulo cuarto, estudia los fundamentos legales de la tarificación de rentas vitalicias y afirma, con espíritu Domatiano, que estos se asientan en las razones de las partes (*ratione contrahentium*), expresadas en el momento en que llegan a un acuerdo (y no cuando sucede el hecho aleatorio del que depende el contrato). Sin embargo, posteriormente Bernoulli cambia de opinión y defiende el enfoque objetivista de la justicia actuarial:

Mais il est évidemment clair que le prix ne peut être établi aussi simplement sans considération de l'âge et de l'état de santé de l'acheteur dont on doit en effet avoir la meilleure connaissance pour fixer le prix des rentes viagères, et la même rente ne doit pas être vendue au même prix indistinctement à un homme d'un âge quelconque. (Bernoulli, 1992[1711]: 62)

Nicolás calculó estimaciones de la duración de la vida humana, basándose en la tabla de mortalidad de John Graunt de 1662. Observa, sin embargo, que los datos de una ciudad suiza que no identifica discrepan de sus estimaciones, a las que considera, por tanto, meras hipótesis. Al igual que Halley, Bernoulli confía en que futuras investigaciones podrán incrementar la precisión de dichas estimaciones.

A diferencia del enfoque Domatiano asumido por De Witt, las tablas de mortalidad permitieron llevar a cabo estimaciones objetivas de los riesgos, a partir de las cuales se podrían calcular los precios justos de las rentas vitalicias. Los historiadores de la probabilidad han puesto de manifiesto las contribuciones de Halley y de Bernoulli en el descubrimiento de las regularidades subyacentes a las estadísticas de muertes, es decir, de las posibles leyes que gobiernan la mortalidad y cuyas características podrían descubrirse a partir de los datos empíricos (Daston, 1988: 125-138; Hacking, 1975: 119-122). Esta potente idea inspiró la construcción de muchas otras tablas de mortalidad en los siguientes siglos.¹¹

¹¹ Se podría objetar que las diferencias entre las interpretaciones objetivista y Domatiana son más aparentes que reales, teniendo en cuenta que las proporciones asociadas a los diferentes intervalos de edad que propone De Witt se pueden considerar como aproximaciones poco precisas de las probabilidades de muerte que proporciona una verdadera tabla de mortalidad. Pero la diferencia estriba en la forma de construir las estimaciones: De Witt solo tiene en cuenta los acuerdos entre las partes contratantes, mientras que Halley utiliza las frecuencias empíricas. En la negociación para determinar el precio justo, las partes de De Witt tienen total libertad para determinar cualquier valor de las proporciones de acuerdo a sus propias preferencias, teniendo en cuenta por tanto su grado de aversión al riesgo. Pero la libertad de unos hipotéticos contratantes que se basen en las tablas de Halley estaría limitada por restricciones empíricas.

Sin embargo, los historiadores de la probabilidad han pasado por alto un segundo problema con el que inevitablemente se acabaría enfrentando cualquier enfoque objetivista de la justicia actuarial. Se trata de lo que los filósofos han denominado *problema de la clase de referencia* (Hájek, 2007): la estimación de la probabilidad de muerte depende de los factores de riesgo que se tomen en consideración. Dicha estimación tomará diferentes valores, dependiendo de si en las tablas se consideran solamente la edad y la salud, o también la salubridad de las ciudades, o cualesquiera otros factores que incidan en la mortalidad de una población. Si el actuario consiguiera construir una tabla de mortalidad que tuviera en cuenta todos los factores relevantes, sus estimaciones serían aceptadas por todos y se habría alcanzado el máximo grado de objetividad posible en el cálculo de los precios. Sin embargo, como veremos en la sección siguiente, los actuarios solo tienen acceso a información parcial y sus tablas de mortalidad ofrecen a menudo diferentes estimaciones de la misma probabilidad. En estas condiciones, resulta difícil hablar de estimaciones objetivas de precios actuarialmente justos.

6. La justicia actuarial en los mercados reales.

La mejor forma de comprender las diferencias entre las versiones objetivista y Domatiana de la justicia actuarial es verlas en conflicto. Eve Rosenhaft nos brinda un excelente ejemplo en su análisis de la quiebra de un fondo de pensiones de viudas alemanas a finales del siglo XVIII (Rosenhaft, 2010). Constituido en Hannover en 1767, el Calenbergische Witwenversorgungs-Gesellschaft (el Calenberg, de ahora en adelante) captó en cerca de una década a más de 5000 matrimonios de toda Europa. Las aportaciones al Calenberg variaban en función de la edad de los partícipes, estando el fondo diseñado a partir de la tabla de mortalidad de Süssmilch de 1741 (Süssmilch, 1761). Se trataba por tanto de uno de los primeros fondos basados en cálculos actuariales, comparable a los ofrecidos por la

British Equitable Society (Ogborn, 1962). Sin embargo, poco después de su creación, expertos muy cualificados como George Christian von Oeder y Johann Nicolaus Tetens criticaron sus fundamentos actuariales y pusieron en entredicho su solvencia a largo plazo. A comienzos de la década de 1780, un numeroso grupo de partícipes se negaron a pagar sus primas y contrataron a Tetens, entre otros, para asesorarles en la negociación con los administradores del Calenberg. Estos, a su vez, encargaron a un grupo de juristas de la Universidad de Leipzig el arbitraje del caso.

Los insatisfechos alegaron que existía un error crucial en el diseño del fondo (Rosenhaft, 2010: 29) porque, según Tetens, no eran algebristas los que habían llevado a cabo los cálculos, sino meros aficionados (Rosenhaft, 2010: 32). Por lo tanto, los participantes habrían sido estafados. Las viudas que ya habían recibido pensiones del fondo replicaron que el fondo estaba basado en un contrato aleatorio, un acuerdo que los partícipes habían suscrito con pleno conocimiento de que en esa transacción podían tanto ganar como perder (Rosenhaft, 2010: 34). Los juristas de Leipzig dictaminaron que el Calenberg dependía de la duración de la vida humana, y por tanto de un suceso completamente incierto.

En nuestros propios términos, los descontentos invocaban la versión objetivista de la justicia actuarial: la tabla de mortalidad determina unívocamente la prima justa. Los juristas de Leipzig seguían un razonamiento Domatiano: en última instancia, la justicia del contrato depende de la incertidumbre compartida acerca del momento de la muerte de los maridos, un suceso que sigue siendo incierto aunque los partícipes tengan acceso a tablas de mortalidad. La supuesta objetividad de las primas actuariales podría haber sido más creíble si en el mundo solo hubiera una única tabla de mortalidad, que determinara valores únicos de probabilidades y esperanzas. Así, por ejemplo, en 1740 Struyck confiaba en que en otros países se podría llegar a los mismos resultados que él había

obtenido, siempre que se empleara la misma metodología rigurosa: “I think if unbiased people were taking data on annuities from other accounts in other countries, considering all the people who bought insurance around the same time, dividing them into classes and noting the number of years during which they drew their pensions, the same way I did above, they would arrive at a nearly identical result.” (Struyck, 1912[1740]).

Sin embargo, como se puede comprobar en la Tabla 1, entre 1662 y 1769 se publicaron un gran número de tablas de mortalidad para diferentes poblaciones europeas, mostrando sorprendentes diferencias en sus estimaciones de la mortalidad (Figura 1), que no eran debidas únicamente al incremento en la longevidad de los europeos. Aunque el planteamiento de Halley marcó la pauta para muchas de las tablas posteriores, la metodología estuvo en constante evolución durante dos siglos. En la década de 1720, De Moivre y De Graaf encontraron aproximaciones analíticas para las tablas de Graunt y de Halley. (Simpson, 1742) abordó el problema, no estudiado hasta el momento, de suponer una población no estática en la construcción de la tabla de mortalidad. A lo largo de los siguientes cien años, se fue incrementando constantemente el tamaño de las bases de datos y la sofisticación de las metodologías empleadas en la construcción de las sucesivas tablas (Murray, 2016).

Ahora bien, las discrepancias entre las tablas de mortalidad no eran únicamente debidas a las diferentes metodologías y a los datos utilizados. Las tablas se construían con diversos propósitos, reconociendo que no todas eran adecuadas para las valoraciones actuariales. Por ejemplo, Graunt, Buffon y Moheau las aplicaron a la demografía: en palabras de Graunt, “it may now be asked, to what purpose tends all this laborious bustling and groping to know, 1. The number of people? 2. The number of male and female? 3. How many married and single?” (Birch, 1759: 35). Otras tablas se utilizaron para estudiar problemas proto-epidemiológicos, como el incremento en la esperanza de vida de los

niños vacunados (Bernoulli, 1982[1765]; Lambert, 1772). Y otras se construyeron con propósitos actuariales, como la de De Witt.

De acuerdo con (Hup, 2011), entre 1662 y 1713 tan solo el 20% de las rentas vitalicias vendidas en los Países Bajos proporcionaban un seguro a los adultos contra la pobreza en el futuro; el 80% restante se constituían sobre las vidas de niños saludables y tenían como objetivo maximizar la rentabilidad esperada de la inversión. Teniendo esto en cuenta, De Witt argumentó en 1671 que el 8% como precio de las rentas vitalicias era demasiado generoso, proponiendo en su lugar un valor cercano al 6,67% (o equivalentemente, una compra de 16 años). Este nuevo precio estaba más adaptado a la mayor esperanza de vida de los rentistas, un detalle que se refleja en su tabla: si tomamos la de Halley como referencia, podemos comprobar que la infravaloración de la mortalidad en el primer tramo de edad (3-18) de De Witt, incrementa el valor de las rentas constituidas sobre las vidas de personas jóvenes.

Las consecuencias para la versión objetivista de la justicia actuarial son evidentes. En la serie de tablas de mortalidad evaluadas en la Tabla 2, la esperanza de vida a los seis años varía entre los 19 y los 48 años, a los veinte varía entre 19 y los 40, y a los cincuenta varía entre los 10 y los 20. La Tabla 3 muestra los respectivos precios de las rentas vitalicias: aunque la variabilidad es menor, se observa una diferencia del 80% entre los precios máximo y mínimo a los seis años, del 60% a los veinte, del 50% a los cincuenta, etc. Tiene, por tanto, razón (Clark, 1999: 114-154) cuando afirma que los proto-actuarios no tenían argumentos sólidos para promover el uso de las tablas de mortalidad. También eran razonablemente escépticos acerca de la precisión de sus datos, y además eran capaces de diseñar programas financieros viables a partir de su propia experiencia. El problema de la clase de referencia proporciona un sólido fundamento racional para esa desconfianza:

¿cómo elegir la estimación correcta de una probabilidad o una esperanza, cuando existen varias candidatas igualmente plausibles?

7. Comentarios finales: las consecuencias

En el siglo XVIII se hundió la versión objetivista de la justicia actuarial: la esperanza de encontrar el algoritmo capaz de calcular el precio justo de cualquier renta vitalicia se fue desvaneciendo, como consecuencia de la proliferación de tablas de mortalidad. Esta conclusión suscita, al menos, dos preguntas adicionales. En primer lugar, ¿por qué ha sobrevivido el concepto de justicia actuarial hasta la actualidad, sin sufrir cambios aparentes? En segundo lugar, ¿por qué no se impuso la interpretación Domatiana sobre la objetivista? A modo de conclusión, se proponen a continuación dos conjeturas.

Respecto a la supervivencia del enfoque objetivista, una sencilla conjetura es que este concepto de justicia actuarial se convirtió en un reclamo publicitario en el Reino Unido y los Estados Unidos, justo en el momento en el que las compañías llegaban a acuerdos sobre el uso de tablas unificadas.¹² Esta convergencia hizo verosímil la idea del precio justo único. En el mercado de rentas, esto sucedió relativamente pronto. En 1829, el gobierno británico emitió una gran cantidad de rentas vitalicias para refinanciar la deuda pública, calculando sus precios mediante la tabla de mortalidad de John Finlaison. Finlaison, que desempeñaba el cargo de actuario de la oficina de deuda pública (*Actuary of the National Debt Office*), ahorra dinero al gobierno con sus cálculos y estimaciones.

¹² Es interesante comparar la información mostrada en la Tabla 2 con los datos de (Alborn, 2009: 107) sobre las compañías británicas en el siglo XIX. Si nos centramos en las esperanzas de vida a los 20 años, comprobamos que en el siglo XVIII los jóvenes de esta edad vivían, en media, 31,9 años más, con una desviación estándar de 5,2, mientras que en el siglo XIX, la esperanza se había incrementado hasta los 40,6 años, con una desviación estándar de 2,7. Si excluimos la única tabla del siglo XVIII considerada por Alborn, estas cantidades pasan a ser 41,4 y 0,98, respectivamente. El incremento en la vida media se puede interpretar como un aumento de la longevidad, mientras que el descenso de la desviación estándar sugiere una convergencia en las tablas usadas en el siglo XIX respecto a las del siglo anterior.

Pero la novedad no eran los métodos de Finlaison,¹³ sino la situación política: en tiempos de paz, ya no era tan urgente competir con las compañías privadas por el dinero del público, ofreciendo altas rentabilidades. Basándose en las tablas de Finlaison, el Tesoro británico podía ahora ofrecer menores rentabilidades, pero con un menor riesgo de impago que cualquier compañía privada. Aunque siguieron existiendo tablas alternativas, el Estado estableció a partir de este momento un punto de referencia en términos de solvencia. Las tablas de Finlaison se convirtieron en el criterio de referencia para señalar el riesgo que el Estado estaba dispuesto a cubrir.

Sin embargo, la tabla de Finlaison nunca sirvió de referencia en otros mercados de seguros de vida, porque el gobierno británico únicamente vendió rentas vitalicias. Durante el siglo XIX las compañías de seguros de vida británicas y americanas trabajaron con distintos tipos de tablas, dependiendo de si sus objetivos eran reducir las primas o repartir dividendos a sus accionistas (Murphy, 2010). Según (Alborn, 2009: 103), hubo que esperar hasta la década de 1880 para que las compañías británicas decidieran adoptar las tablas elaboradas por el Instituto de Actuarios y la Facultad de Actuarios, aunque esas tablas representaban únicamente la mortalidad de una clase particular de asegurados (ciertos tipos de varones blancos con buena salud). El resto de asegurados pagaba simplemente un recargo (Alborn: 116-121). En otras palabras, aunque se había alcanzado un consenso sobre la tabla de mortalidad, esta no representaba correctamente los riesgos de toda la cartera de asegurados, sino únicamente los de la mayor parte de ellos (en el mejor de los casos). No se aplicaba, por tanto, el principio de precios iguales para riesgos iguales. En esta situación, nuestra conjetura es que la justicia se convirtió en un reclamo

¹³ Finlaison se apoyó en ideas propuestas previamente por Struyck (acerca del género) y por Duvillard de Durand (sobre el crecimiento de la población), y construyó su tabla a partir de datos empíricos sobre la mortalidad de compradores de rentas vitalicias emitidas en años anteriores.

publicitario: en palabras de (Bouk, 2015: 4), “it allowed life insurers to attract sound lives with insurance offered at a lower price”.

A la vista de estos comentarios, se plantea el segundo problema mencionado anteriormente, el de explicar por qué la interpretación Domatiana de la justicia actuarial no sustituyó o al menos convivió con la objetivista. De nuevo, se trata de un problema que no ha sido suficientemente investigado y sobre el que de momento solo cabe especular. La visión Domatiana de los contratos aleatorios se incorporó al Código Napoleónico (arts. 1964-1983), y a través de él influyó considerablemente en el derecho continental europeo. En las rentas vitalicias, por ejemplo, la incertidumbre requería que no se pudiera predecir la muerte con veinte días de antelación.¹⁴ En caso contrario, no habría suficiente aleatoriedad como para poder calificar al contrato de aleatorio (Aubry & Rau, 1871: 584). Por otro lado, el negocio de los seguros de vida prosperó bajo el derecho anglosajón. Según (Alborn: 221), las compañías aseguradoras en los países anglosajones casi nunca penalizaban los siniestros posteriores a la emisión de las pólizas. Y después de la Gambling Act de 1774, el interés asegurable se convirtió en la cuestión jurídica más importante en los países anglosajones (Merkin, 1980). Serán necesarias más investigaciones para precisar la influencia de la visión Domatiana en el derecho continental, en áreas diferentes del seguro de vida.

Todavía no se ha escrito la historia de la evolución del concepto de justicia actuarial durante los siglos XIX y XX. Pero ya podemos afirmar que cuando los actuarios hablan hoy en día de justicia actuarial, se adscriben a una tradición centenaria sin pararse a reflexionar sobre la relación que este concepto ha tenido realmente con la justicia. En este

¹⁴ El contrato no se consideraba válido si el asegurado sufría alguna enfermedad que le causaba la muerte en los veinte días posteriores a su firma (art. 1975).

capítulo se ha mostrado que la versión formalizada de la igualdad en riesgo en el seguro de vida estuvo asociada con una interpretación objetivista que nunca llegó a concretarse satisfactoriamente. Se ha comprobado asimismo que el principio de precios iguales para riesgos iguales se deriva de una intuición aristotélica sobre la justicia en los intercambios. Esta intuición se articula a través de una analogía matemática, que utiliza las medias aritméticas (ponderadas o sin ponderar) para representar la igualdad o equidad entre las partes contratantes. Pero después de más de un siglo de teorías neoclásicas sobre los mercados, es difícil defender la idea de que los precios representen características objetivas de los bienes intercambiados, más allá del necesario acuerdo entre compradores y vendedores. El principio de igualdad en riesgo pierde así su atractivo desde un punto de vista normativo, a partir del momento en que ya no se exige ningún prerequisite de igualdad para que un intercambio se considere justo. Se necesitan, por tanto, nuevos criterios de justicia para sustentar rigurosamente la justicia actuarial (Meyers, 2018).

Figura 1: Tablas de supervivencia (l_x) de 1662 a 1781.

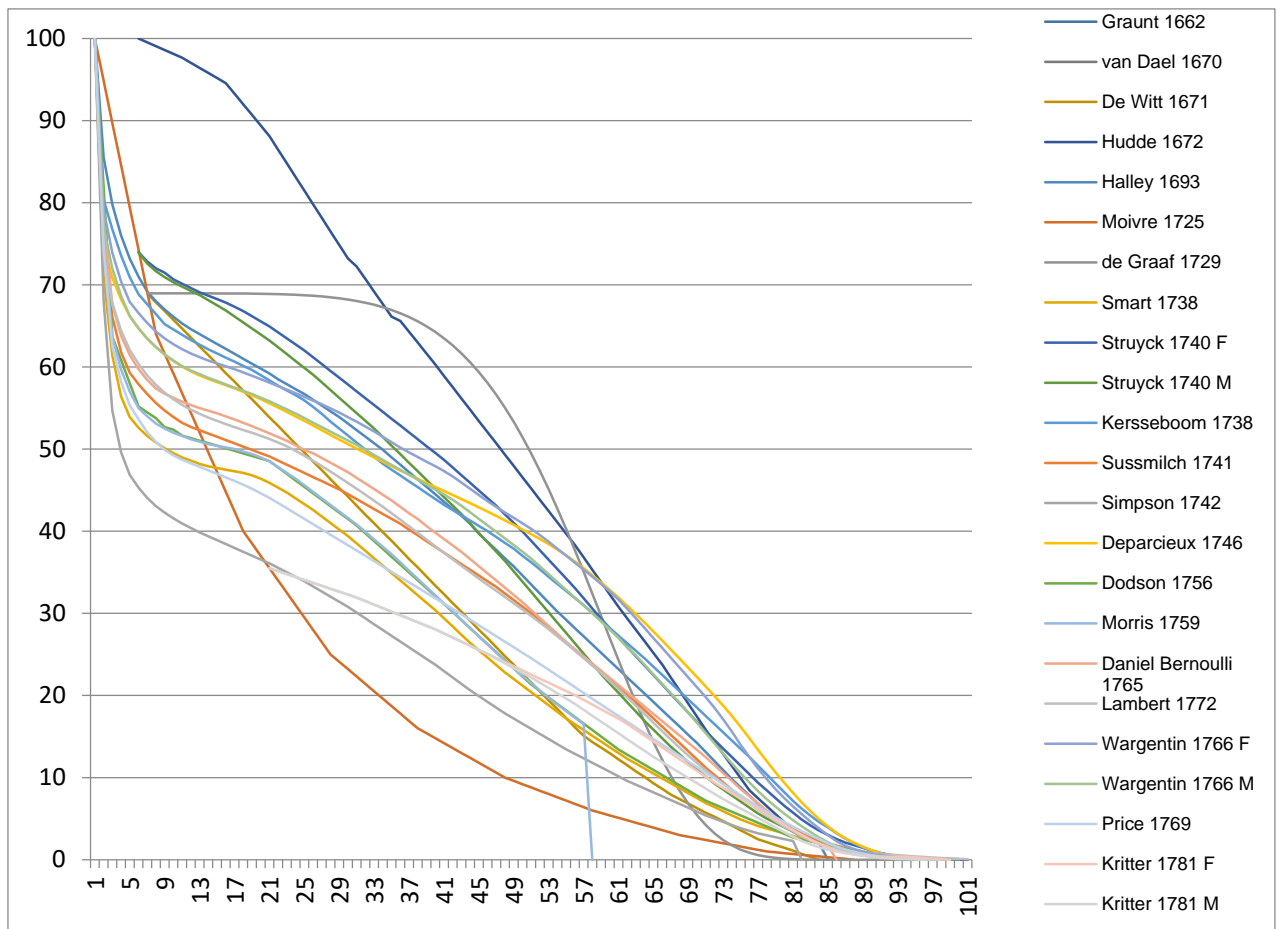


Tabla 1: Tablas de Mortalidad en Europa (1662-1830)

Author	Date	Data type	Hypothetical	Fact-based	Actuarial notations	Notes / Sources
Ulpianus	ca. 225	Legal value of (life) annuity in years' purchase	—	No	a_n	Can be interpreted as a_n .
John Graunt	1662	Survival table for 10-years intervals	Yes	Allegedly	$l_1, l_{17}, l_{27}, \dots, l_{77}$	(Birch, 1759) Disputed authorship: Petty (Le Bras, 1998)
Hôtel-Dieu, Paris	1668	Mean life, median life, life annuity price table.	—	No	a_n	(Pradier, 2016) Life annuity price table
C. & L. Huygens	1669	Life annuity price table			e_n, a_n	(Rohrbasser & Véron, 1999) Data from Graunt's 1662 table (Birch, 1759)
Jacob van Dael	1670	Unclear: survival table or income stream.	Yes	No	Doubtful	(Hald, 1990: 121)
Johan de Witt	1671	Mortality rates, survival table.	Yes	No	$a_{\bar{x} 4\%}, \frac{q_{x+n}}{q_x}, a_x$ for some x, n .	(De Witt 1995[1671])
Johan Hudde	1672	Compilation of mortality data, life annuity price table	(likely)	Yes	a_n	(van Ham, 2005) Data from annuitants' lives, with new annuitants from 1 to 50 years.

Edmund Halley	1693	Survival table	(likely)	Yes	$l_x, v^x, a_x.$	(Bellhouse, 2011; Halley, 1693)
Abraham de Moivre	1725	Analytical simplification	Yes	No	$l_{x+h} = l_x$ $h - \frac{l_x}{n} (l_x - l_{x+n})$	(De Moivre, 1725) ‘De Moivre’s law’ = linear survival function to fill missing values in Graunt’s 1662 table (Birch, 1759)
Isaac de Graaf	1729	Analytical simplification	Yes	No	$p_x = 1 - \left(\frac{x}{92}\right)^n$ with $n = 5$	(Struyck, 1912: 203)
John Smart	1738	Survival table	Yes	unclear	$l_x, d_x.$	(Smart, 1738)
Nicolaas Struyck	1740	Survival tables	Yes	Yes	$l_x, a_x.$	(Struyck, 1912) Data from annuitants’ lives. Separate tables for male and female.
Kerseboom	1738, 1742	Survival table		Yes	$l_x, a_x.$	(Kerseboom, 1742) Data from annuitants’ lives.
Johann Süssmilch	1740, 1761	Survival table		Yes	$l_x, a_x.$	(Süssmilch, 1761) Compilation of data from previous works.
Thomas Simpson	1742	Survival table	Yes	Yes	$l_x, v^x, a_x.$	Computed from (Smart, 1738) correcting for migration using (Halley, 1693).
Antoine Deparcieux	1746	Survival table	Yes	Yes	$l_x, a_x.$	(Deparcieux, 2003[1746]) Data from annuitants’ lives to control adverse selection. De-clustering of 5 years clusters.
Georges-Louis Leclerc de Buffon	1749	Median life		Yes	n. a.	(Buffon, 1749)
James Dodson	1756	Survival table		Yes	$l_x, d_x, a_x.$	(Dodson, 1756)
Corbyn Morris	1759	Survival table		Yes	$l_x.$	(Morris, 1759)

Tabla 2: Esperanza de vida en las tablas de mortalidad europeas (1662-1830)*

Age	de										Kritter				
	Hudde 1672	Halley 1693	Moivre 1725	Graaf 1729	Smart 1738	Struyck 1740	Sussmilch 1741	Simpson 1742	Deparcieux 1746	Dodson 1756		Wargentin 1766 F	Wargentin 1766 M	Price 1769	Kritter 1781 F
6,0	40,0	41,0	19,7	48,9	38,6	39,7	42,7	35,6	47,8	38,5	47,4	45,0	40,6	n/a	n/a
20,0	30,1	32,9	19,1	34,9	28,7	30,6	34,5	28,2	39,8	28,6	38,7	36,5	32,9	36,3	35,0
50,0	15,5	16,0	13,3	9,9	15,6	14,7	16,4	14,8	20,0	15,6	18,8	17,2	17,5	18,2	16,5

* Sources in Table 1 above | F: female; M: Male

Tabla 3: Precio justo de rentas vitalicias expresado en años comprados y un interés del 5%

Years purchase	de										Price 1769	Kritter 1781 F		
	Hudde 1672	Halley 1693	Moivre 1725	Graaf 1729	Smart 1738	Struyck 1740	Sussmilch 1741	Simpson 1742	Deparcieux 1746	Dodson 1756			Wargentin 1766 F	Wargentin 1766 M
6	16,5	16,3	10,8	18,9	16,2	16,9	16,3	15,3	17,0	16,2	17,2	16,9	16,0	n/a
20	14,3	15,3	10,9	16,8	14,2	15,5	14,7	14,1	16,5	14,1	16,5	16,1	15,0	15,9
50	10,6	10,8	9,4	8,1	10,3	11,0	10,0	10,2	12,4	10,3	12,0	11,3	11,3	11,7

* Sources in Table 1 above | F: female; M: Male

3 ¿Cuál debe ser el precio justo de un seguro?

Tradicionalmente, las primas de los contratos de seguros se han considerado justas o equitativas cuando se corresponden exactamente con el riesgo de las pólizas, medido este último mediante la esperanza matemática de la siniestralidad. En este capítulo llevamos a cabo una crítica de este enfoque aparentemente objetivo y proponemos una justificación alternativa de la denominada equidad actuarial, basada en argumentos contractualistas. Para ello nos apoyamos en ciertas intuiciones de Jean Domat, un jurista francés del siglo XVII, acerca de la incertidumbre compartida, integradas dentro del marco general proporcionado por la teoría contractualista del economista y filósofo contemporáneo Robert Sugden.

1. Introducción.

El negocio asegurador se basa en la creación de grupos de asegurados que, a cambio del pago de una cierta cantidad de dinero (la *prima*, o precio del seguro), se comprometen a pagar los posibles siniestros de los miembros del grupo a partir del dinero recaudado con sus primas. En otros términos, los siniestros que, de forma aleatoria, afectan a unos pocos, se pagan con las relativamente pequeñas cantidades pagadas previamente por todos los miembros del conjunto (*pool*) de asegurados. La compañía aseguradora es el intermediario que recauda y gestiona las primas pagadas, así como el pago de los siniestros.

Esta característica combinación de búsqueda del interés individual y del bien común, basada en la mutualización o disolución del riesgo entre muchos asegurados, aporta un componente moral al negocio asegurador, del que carecen muchas otras actividades económicas (Ewald, 1991, 1986; Lehtonen & Liukko, 2011, 2015). Las compañías aseguradoras han explotado esta relación en su publicidad, insistiendo en que en última instancia su objetivo no es tanto el beneficio económico como proporcionar seguridad y protección a sus asegurados frente a las inevitables adversidades que les acechan en el futuro. No siempre, sin embargo, la moral ha jugado a favor del negocio de los seguros. En el pasado, y por diferentes razones, las actividades de los aseguradores fueron a menudo vistas con suspicacia.

En sus comienzos, las operaciones de seguros eran difíciles de distinguir de otras actividades moralmente dudosas, como los juegos de azar. Las primeras aseguradoras tuvieron que luchar también contra suspicacias de índole religiosa como, por ejemplo, las motivadas por la violación del tabú de la monetización de la muerte en los contratos de seguros de vida (Zelizer, 1978). Los seguros también tuvieron que vencer resistencias socio-culturales asociadas a la transición de un sistema de protección individualizado

basado en familias y gremios, a otro despersonalizado basado en contratos y mercados (Zelizer, 1978). Esta interacción entre la moral, la cultura y los seguros se mantiene en nuestros días, como ilustra el crecimiento del negocio de los seguros de vida en China (Chan, 2009) o las dificultades de algunos seguros no-vida en países islámicos (Park & Lemaire, 2013).

Las primeras compañías de seguros de vida necesitaron enfrentarse a estos escrúpulos para prosperar, subrayando la estrecha relación de su negocio con las virtudes de ahorro, prudencia y planificación que caracterizaban a las nuevas clases de profesionales que constituían su clientela potencial (Daston, 1988). En este arsenal de justificaciones de índole moral, apareció un nuevo tipo de argumento, relativo al precio de los seguros. En efecto, desde el principio, y a diferencia de lo que sucede en otros sectores económicos, las compañías de seguros¹ han defendido con mucha convicción que los precios de sus productos (las primas) son, o aspiran a ser, justas o equitativas. De hecho, la primera compañía de seguros de vida que suele calificarse como “moderna” en el sentido de que utilizó por primera vez las estadísticas de mortalidad en el cálculo de sus primas, llevaba esta aspiración moral incluso en su propio nombre: se trataba de la *Society for Equitable Assurances on Lives and Survivorships*, a menudo conocida simplemente como la *Equitable*, fundada en 1762. Las primas de la *Equitable* pretendían ser equitativas, precisamente por estar calculadas en base a tablas estadísticas que proporcionan medidas cuantitativas del riesgo de muerte de las personas a las diferentes edades, consiguiendo de esta forma que las primas se incrementen con la edad de los asegurados (Ogborn, 1962).

¹ Seguros de vida en un principio, seguidos posteriormente por los demás tipos de seguros.

Esta *equidad actuarial* (*actuarial fairness*) pretende ser en última instancia una forma de justicia distributiva, según la cual la prima pagada por cada asegurado debe reflejar exactamente el riesgo que este aporta al grupo (primas iguales para riesgos similares), evitando de esta forma que aquellos asegurados que sistemáticamente tienen menor siniestralidad subvencionen a aquellos que la tienen mayor². Sin embargo, la concepción clásica de la equidad actuarial, en la que la esperanza matemática de los riesgos asegurados nos proporcionaba la *prima pura* o justiprecio, es hoy imposible de sostener. Los principios sobre los que pivotaba esta concepción (riesgos objetivos, una relación de proporcionalidad unívoca entre riesgo y precio) no resisten ya un análisis conceptual ni se compadecen con las prácticas que observamos en los mercados de seguros.

Lejos de renunciar al concepto de equidad actuarial, en la sección 3, propondremos una intuición alternativa sobre la justicia del precio de un seguro a partir de la obra de un jurista clásico, Jean Domat. Esta intuición, de carácter contractualista, sostiene que, en un contrato de seguros, será justo todo precio acordado por las partes en condiciones de incertidumbre compartida. Es decir, cuando ninguna de ellas le oculte a la otra información relevante sobre el riesgo asegurado. Veremos de qué modo esta intuición domatiana permite salvar las objeciones contra la concepción clásica de la equidad actuarial.

En la sección 4 generalizaremos la intuición de Domat a partir de una propuesta contractualista reciente, la del economista-filósofo Robert Sugden. Sugden defiende un

² Esto sucede cuando ambos grupos pagan la misma prima, a pesar de que su siniestralidad es en promedio diferente. En un seguro de vida, por ejemplo, la mortalidad de los asegurados más jóvenes es inferior a la de los más viejos, por lo que si todos pagaran la misma prima, los jóvenes estarían subvencionando a los mayores. Para evitar esta situación, considerada injusta o no equitativa por los aseguradores, las primas de los seguros de vida deben crecer con la edad de los asegurados. Además de la injusticia, de esta forma se evita, según los aseguradores, la llamada *antiselección* o *selección negativa* de los asegurados, o huida de los asegurados con menor siniestralidad (los más jóvenes, en nuestro ejemplo) a otras compañías con mejores condiciones.

contractualismo de corte humeano, donde el interés propio sobre el que pivotan los acuerdos entre individuos se analiza prescindiendo de los principios, demasiado exigentes, de la teoría de la elección racional. Sin embargo, esta concepción contractualista de la equidad actuarial debe enfrentar una objeción poderosa. Si la incertidumbre compartida sobre los riesgos asegurados es condición indispensable para un acuerdo justo sobre el precio, ¿cuánta información puede una compañía de seguros recabar legítimamente sobre sus clientes? Como veremos, gracias al *Big Data*, la intuición domatiana puede servir para eliminar del seguro cualquier dimensión redistributiva, excluyendo a cualquier cliente con perfiles de riesgo adverso.

En la quinta y última sección, propondremos un argumento contractualista para limitar la cantidad de información que una compañía de seguros pueda recabar sobre sus potenciales clientes. Con esto concluimos nuestra defensa de esta nueva concepción contractualista de la equidad actuarial.

2. Los problemas del concepto clásico de la equidad actuarial

Según el enfoque clásico de la equidad actuarial, las primas deben calcularse como una cuantificación exacta de los riesgos que los asegurados aportan al grupo. Tradicionalmente, los aseguradores cuantifican el riesgo mediante la esperanza matemática de la siniestralidad cubierta en el contrato (la suma de las posibles cuantías de dicha siniestralidad, ponderadas por sus probabilidades).

Ahora bien, ¿por qué deberían ser justas las primas así calculadas?, ¿qué concepción de la justicia se haya detrás de esta definición? En el capítulo anterior, hemos encontrado el origen de esta idea en una intuición de Aristóteles, según la cual la justicia en los intercambios se alcanza cuando las cantidades intercambiadas de los bienes son en promedio equivalentes (*EN* 1131b25–1132b20). Esta intuición fue desarrollada por los

comentaristas de Aristóteles y aplicada posteriormente por los tratadistas jurídicos a los llamados *contratos aleatorios*, aquellos en los que los beneficios o pérdidas finales no se conocen de antemano porque dependen de un suceso aleatorio. Uno de los comentaristas escolásticos, el dominico español Domingo de Soto, formuló el principio que hemos dado en llamar de *Igualdad en Riesgo*, según el cual las beneficios (o pérdidas) de los contratos aleatorios deberían ser repartidos a partes iguales entre los contratantes si también son iguales los riesgos que estos han asumido³. En caso de que los riesgos asumidos por los contratantes sean diferentes, los beneficios deberían repartirse proporcionalmente a dichos riesgos.

Aunque formulado en términos cualitativos, el principio de Igualdad en Riesgo permitía a de Soto diferenciar el lícito cobro de primas por parte de aseguradores que comparten los riesgos con los asegurados, del ilícito cobro de intereses por parte de prestamistas que no corren ningún riesgo (Soto, 1556/1967).

La que podríamos denominar formulación cuantitativa del principio de Igualdad en Riesgo, y con él del concepto contemporáneo de Equidad Actuarial, aparece perfectamente expresada en los escritos de los primeros probabilistas en los siglos XVI y XVII. Los conceptos de probabilidad y de esperanza matemática se introducen en relación con un problema de justicia distributiva, el del reparto justo del dinero apostado en un juego de azar que se interrumpe antes del final (el denominado *Problema de los Puntos*) (Pascal, 1963; Hald, 1990: 29-30). Poco después de que Pascal y Huygens, entre otros, formalizaran matemáticamente estas nuevas ideas, Edmund Halley las aplicó a la

³ Domingo de Soto (1494–1560) fue un teólogo dominico perteneciente a la *Escuela de Salamanca*, que sistematizó las controversias escolásticas sobre cuestiones legales y morales en su obra monumental *De Iustitia et Iure* (Soto & Carro, 1556/1967). Soto estudió la distribución justa de beneficios y pérdidas de las partes contratantes de contratos aleatorios en las cuestiones sexta y séptima del libro sexto de esta obra (Ceccarelli, 2001; Teira, 2006).

determinación de las primas de las rentas vitalicias,⁴ utilizando para ello la primera tabla de mortalidad basada en datos empíricos (Halley, 1693; Daston, 1988: 125–138; Hald, 1990: 131–141; Turnbull, 2016: 13–16).

La Equidad Actuarial aparece formulada aquí de forma precisa: la esperanza matemática, basada en las probabilidades aparentemente objetivas proporcionadas por una tabla de mortalidad, permite cuantificar el impreciso principio escolástico de Igualdad en Riesgo, y proporciona así la prima justa o equitativa que deben pagar los compradores de seguros de vida o rentas vitalicias. Tal como planteaba Soto, cada asegurado contribuye en forma proporcional a su riesgo. Y tal como pretende la concepción moderna de la Equidad Actuarial, a iguales riesgos (medidos, en el caso de Halley, por una tabla de mortalidad), igual precio (calculado a partir de la esperanza matemática). Ningún asegurado podrá quejarse, por tanto, de la justicia de una prima así calculada.

Sin embargo, los tres presupuestos que sostienen el concepto moderno de equidad actuarial son hoy ampliamente discutidos. Es difícil sostener que realmente exista tal cosa como un riesgo actuarial objetivo. Es igualmente difícil sostener que la proporcionalidad riesgo-precio captada por la esperanza matemática sea intuitivamente plausible. Y es, finalmente, imposible sostener que esta concepción de la justicia actuarial nos permita dar cuenta de los contratos de seguros que realmente observamos en los mercados.

Empecemos por la cuestión del riesgo: la aparente objetividad de las primas justas propuestas hace tres siglos por Halley tiene que hacer frente a un problema: la tabla de mortalidad en la que basaba sus cálculos estaba construida a partir de datos empíricos sobre la mortalidad de los habitantes de la ciudad de Breslavia, lo que limitaba el alcance

⁴ Se puede afirmar que, en cierto sentido, los seguros de vida y las rentas vitalicias son conceptos opuestos. En el caso más sencillo de un seguro de vida, el asegurador paga la cantidad asegurada *en el momento de la muerte del asegurado*. Sin embargo, en una renta vitalicia, el asegurador paga periódicamente las cantidades acordadas *mientras el asegurado siga con vida*.

de las conclusiones obtenidas. Como el propio Halley reconocía, las diversas poblaciones humanas pueden tener diferentes niveles de salubridad (Halley, 1693: 619), por lo que las conclusiones inferidas a partir de una de ellas no pueden ser extrapoladas directamente al resto. Si la justicia del precio de un seguro de vida debe ser universal, ¿cuál debe ser entonces la tabla de mortalidad adecuada para calcular las primas?

Desde el siglo XVIII en adelante, se han acumulado enormes cantidades de datos sobre la mortalidad de las poblaciones humanas y se han desarrollado potentes herramientas estadísticas para la construcción de tablas de mortalidad a partir de ellas. El debate sobre qué datos y métodos deben utilizar las compañías de seguros es interminable. En última instancia, sin embargo, la pretensión de objetividad está condenada al fracaso, debido al clásico *problema de la clase de referencia* (Hájek, 2007). En efecto, las probabilidades de muerte y supervivencia de una persona dependen de la clase de referencia a la que se le adscribe: como bien sabía Halley, las tasas de mortalidad no dependen solo de la edad, también dependen de la salubridad del lugar donde se habita; y de muchos más factores, como el estado de salud, las enfermedades previas, los condicionantes genéticos, los hábitos de vida, la situación financiera, la infraestructura sanitaria, etc. El problema de la clase de referencia nos plantea el dilema siguiente: puesto que cada uno de esos posibles factores de riesgo define una clase de referencia distinta para calcular el riesgo de muerte de un individuo en particular, ¿cuáles de entre todas esas posibles tablas de mortalidad debe usar una compañía para calcular el riesgo de muerte de sus clientes?

No estamos defendiendo aquí que las primas de los seguros no deban basarse en cálculos actuariales. Resulta intuitivamente claro que las primas tienen que depender en algún grado de los factores que hacen más o menos probable la ocurrencia de los siniestros. Por ejemplo, un seguro de vida con primas independientes de la edad sería comercialmente inviable. Cualquier compañía que comercializara este tipo de seguro sufriría una

selección negativa de asegurados y tendría graves problemas de solvencia –como discutimos en la nota 2. Lo que más bien estamos criticando es la pretensión de objetividad en el riesgo que subyace al concepto clásico de equidad actuarial.

Veamos ahora el segundo presupuesto de la concepción clásica de la equidad actuarial: la esperanza matemática ¿es el modo más conveniente de expresar la proporcionalidad entre riesgo y precio? Como pone de manifiesto (Landes, 2015), la práctica habitual del ajuste de las primas en base al nivel de cobertura o protección elegido por el asegurado pone en escena un nuevo elemento que nada tiene que ver con la siniestralidad esperada, a saber, el nivel de aversión al riesgo del asegurado. En efecto, la preferencia por un elevado nivel de protección en la póliza no está necesariamente relacionada con la expectativa de una mayor siniestralidad, sino que puede ser también un síntoma de una gran aversión al riesgo por parte del asegurado. A su vez, esa aversión puede ser simplemente una característica psicológica de este, o una consecuencia de su menor capacidad financiera. (Landes, 2015: 531) duda de que pueda calificarse como “justa” una prima que depende no solo del riesgo que corre el asegurado sino también de su aversión a correr ese riesgo.

Finalmente, debemos preguntarnos en qué medida esta concepción clásica de la equidad actuarial puede dar cuenta de los contratos de seguros que realmente se suscriben en los mercados. Tradicionalmente, las compañías aseguradoras han garantizado la solvencia de su negocio mediante una cuidadosa determinación tanto de las primas como de las reservas. Las directrices legislativas más recientes⁵, sin embargo, se han centrado sobre todo en la supervisión de las reservas, dando más libertad a las compañías en la determinación de sus primas. Por otro lado, en estas se reflejan otros factores además de

⁵ Como la directiva europea Solvencia II, que entró en vigor el 1 de enero de 2016.

las estimaciones la siniestralidad: en las primas se incluyen costes de gestión y de publicidad, se incorporan asimismo recargos para garantizar la solvencia de la empresa, e incluso pueden modificarse al alza o a la baja según las estimaciones de la aversión al riesgo (y la propensión a pagar) de los posibles asegurados. En las primas influyen asimismo las características del mercado asegurador, sobre todo su grado de competencia. De esta forma, las primas finalmente pagadas por los asegurados pueden alejarse mucho de las esperanzas matemáticas de su siniestralidad, lo que de nuevo devalúa la fuerza de la concepción clásica de la equidad actuarial. Es difícil que los asegurados conozcan el verdadero valor de su siniestralidad esperada y más difícil aún que conozcan el de sus compañeros en el *pool* de asegurados, por lo que no pueden saber si están pagando una prima actuarialmente justa o equitativa. Lo que sí pueden hacer, en cambio, es comparar las primas y el resto de condiciones ofertadas por las diferentes compañías de seguros, y decidir si les conviene asegurarse en alguna de ellas.

A pesar de su enorme influencia histórica, el concepto clásico de equidad actuarial parece hoy ya insostenible. ¿Quiere eso decir que debemos abandonarlo completamente? Creemos que no, pues, como vamos a ver a continuación, la pregunta por la justicia del precio de los seguros reaparece una y otra vez. Vamos a proponer entonces una concepción contractualista para intentar resolverla.

3. Una intuición contractualista sobre la equidad actuarial

Para formular una concepción alternativa de la equidad actuarial nos proponemos recuperar una intuición formulada en el siglo XVII por el jurista francés Jean Domat: el precio justo de los contratos que involucran incertidumbre es cualquiera que acuerden las partes, siempre que ninguna de ellas oculte información relevante a la otra sobre el riesgo asegurado (Domat, 1689). Se trata de una intuición contractualista, que acepta como justo el precio que acuerden las partes contratantes, siempre que no estén siendo engañadas.

Son esas partes las que deciden a partir de sus propios intereses si, dentro de las limitaciones establecidas por las leyes vigentes, el precio de una póliza de seguros refleja adecuadamente el riesgo cubierto. No hay necesidad de riesgos objetivos ni esperanzas matemáticas, para evaluar la justicia del contrato. Cualquier precio será justo, siempre que haya sido acordado libremente por las partes bajo condiciones de “incertidumbre compartida”.

Esta concepción alternativa de la justicia nos permite salvar las objeciones que formulábamos contra la concepción clásica de la equidad actuarial. En primer lugar, no depende de la existencia de un riesgo objetivo ni de una proporción particular entre riesgo y precio. En los contratos de seguros, la incertidumbre no puede estar cuantificada para los asegurados, que no tienen acceso a estadísticas fiables y solo disponen de sus propias estimaciones subjetivas sobre las probabilidades de ocurrencia de los siniestros cubiertos por el seguro. El asegurador, por su parte, puede aspirar a una cuantificación más sofisticada que, al menos en teoría, le ayuda a diseñar el precio y las condiciones ofrecidas a cada asegurado, aunque no será tampoco objetiva. La firma del contrato presupone, por tanto, una cierta compatibilidad entre las estimaciones de la incertidumbre por ambas partes.

Domat insiste en que la justicia del contrato radica precisamente en que esa incertidumbre debe ser compartida, es decir, que ambas partes la conocen y comparten, que ninguna dispone de información reservada que le permita explotar la ignorancia ajena en beneficio propio. Creemos que esta concepción de la justicia se corresponde con la que realmente opera en los mercados de seguros. Analicemos, para probarlo, cómo funciona el concepto de fraude en el negocio del seguro. Vamos a defender que una distorsión domatiana del riesgo pactado es constitutiva de fraude tanto desde el punto de vista del asegurador como del asegurado.

Del lado del asegurado, el fraude suele originarse en el *riesgo moral*, que en el caso de los seguros se define como la posibilidad de que, después de contratar un seguro, los asegurados cambien su comportamiento e incrementen así su nivel de riesgo (Lesch & Brinkmann, 2011). Es habitual distinguir entre dos tipos de fraude, el planificado y el ocasional u oportunista. En el fraude planificado, los daños reclamados han sido planeados con anterioridad, quizás desde el mismo momento de la firma del contrato, tal y como sucede, por ejemplo, en un incendio provocado para cobrar la indemnización del seguro. En el fraude oportunista típico, se aprovecha la ocurrencia de un siniestro para incrementar su cuantía, como cuando se aumenta la cuantía de un robo una vez que este se ha producido. Aunque ambos tipos de fraude modifican la incertidumbre, desde el punto de vista de la justicia del contrato solo nos interesa el primero. En efecto, el asegurado que comete un fraude planificado transforma en deterministas, planeados con antelación, sucesos que deberían ser aleatorios, por lo que lleva a cabo una radical modificación de la incertidumbre que obviamente es desconocida para la otra parte. Del lado de la aseguradora, el fraude más habitual consiste en el incumplimiento de las expectativas de los asegurados respecto al cobro de las indemnizaciones de los siniestros, lo que implica de nuevo una distorsión del riesgo inicialmente acordado en el contrato. En la literatura se han discutido las diferentes formas que pueden adoptar estos incumplimientos. Una de las más comunes se basa en la diferente representación, en la publicidad y en el contrato, de los riesgos realmente cubiertos por el seguro. (Baker, 1993) acuñó el concepto de *argumentos de venta (sales stories)* para designar las falsas expectativas con las que a veces las compañías aseguradoras intentan captar nuevos clientes, subrayando que su futura relación con ellos siempre se basará en criterios de amistad o incluso de familia, y ocultando el hecho de que dichas compañías son empresas privadas cuya finalidad es ganar dinero y conseguir beneficios. En efecto, antes de la

firma del contrato, el asegurador se presenta a menudo como un amigo cercano o como un padre protector dispuesto a cubrir las posibles pérdidas del asegurado sin hacer preguntas. Sin embargo, la relación real de los aseguradores con los asegurados a la hora de pagar los siniestros dista mucho de esa relación paternal, y a menudo se basa en la suspicacia. En principio, las cuantías de las indemnizaciones deberían estar determinadas con precisión por las condiciones establecidas en los contratos pero, como defiende (Kvalnes, 2011), estas son a menudo malinterpretadas por los asegurados al estar formuladas en términos técnicos difícilmente comprensibles por ellos. Los tecnicismos y la letra pequeña de los contratos son una segunda causa de insatisfacción de los asegurados, y de distorsión del riesgo implícitamente acordado.

Los contratos de seguros tienen características muy especiales, debido al hecho de que ninguna de las dos partes tiene acceso a toda la información relevante relativa a la otra parte. Por un lado, los seguros son *bienes de confianza (credence goods)*, es decir, sus compradores no conocen la calidad del servicio que están comprando ni siquiera después de su compra. Los asegurados no tienen información perfecta sobre la calidad del servicio que van a recibir en el caso de que tengan algún siniestro, por lo que a menudo la compra se basa únicamente en el criterio del precio (y en la publicidad que, como hemos visto, puede ser engañosa). Por otro lado, los aseguradores no conocen toda la verdad acerca de las características de los asegurados, debido al fenómeno del riesgo moral. Teniendo en cuenta esta peligrosa falta de información en ambos lados, la confianza mutua se postula como el fundamento más importante de la relación entre el asegurador y el asegurado, una confianza que a su vez se apoya en las expectativas de cada parte respecto de la otra. Cuando estas expectativas decaen y se sustituyen por las sospechas, aparece el fenómeno del fraude.

En efecto, en los estudios empíricos sobre los factores desencadenantes del fraude, siempre destaca la percepción, por parte de los asegurados, de injusticias o desequilibrios entre lo pagado y lo recibido, así como de incumplimientos de sus expectativas sobre la cantidad o calidad de las indemnizaciones contratadas. Estas posibles injusticias, reales o imaginadas, crean un ambiente de sospecha que a menudo conduce al fraude (véanse, entre otros muchos, dos estudios recientes sobre el fraude en dos países con culturas tan diferentes como Portugal (Ribeiro, Silva, Pimenta, & Poeschl, 2020) y Japón (Zourrig & Park, 2019). En ambos, la percepción de la injusticia figura entre los factores desencadenantes más importantes).

Por otro lado, resulta paradójico observar cómo, en la otra parte de la relación, las sospechas del asegurador con respecto a los fraudes potenciales cometidos por los asegurados se esgrimen como una de las causas de la sustitución de la relación paternal de la publicidad por otra basada en la desconfianza y el recelo. La suspicacia del asegurador por los posibles fraudes del asegurado lleva a una mayor complejidad técnica de los contratos y una mayor reticencia y cuidado a la hora del pago de las indemnizaciones (Baker), lo que a su vez incrementa la insatisfacción de los asegurados y puede inducir un mayor nivel de fraude. Como argumenta (Kvalnes, 2011), esta situación puede degenerar en un círculo vicioso: la insatisfacción de algunos asegurados provoca un incremento del fraude, que a su vez lleva a una mayor vigilancia en el pago de las indemnizaciones y a más complejidad de los contratos para prevenir el fraude, lo que crea más insatisfacción y más fraude, etc.

En suma, la intuición domatiana sobre la incertidumbre compartida como fundamento de la justicia de un contrato de seguros nos sirve para dar cuenta del concepto de fraude actuarial que efectivamente opera en nuestros mercados de seguros. ¿Podemos convertir esta intuición en una concepción sustantiva de la justicia actuarial?

4. Un enfoque contractualista de la equidad actuarial (y sus límites)

Las teorías contractualistas en filosofía moral y política aspiran a fundamentar las normas morales en pactos libremente acordados por los individuos, a los que suelen caracterizar como seres racionales que conocen y persiguen sus propios intereses (Ashford & Mulgan, 2018). Sin embargo, estos modelos económicos del contrato social son hoy objeto de viva discusión ante la acumulación de evidencia experimental en abierta contradicción con sus hipótesis de partida –por ejemplo, que los agentes tomen decisiones tal como predice la teoría de la utilidad esperada (Thaler, 2015). Por eso, queremos servirnos aquí para generalizar la intuición de Domat de una nueva versión del contractualismo que debemos al economista y filósofo Robert Sugden, en la que el supuesto de racionalidad autointeresada se modeliza sin apelar a la teoría de la elección racional.

Para un economista experimental como Sugden, está claro que las personas reales no tienen preferencias estables, consistentes e independientes del contexto social. Sugden defiende, sin embargo, que los mercados son el mejor instrumento que tiene la sociedad para permitir que esos individuos reales persigan sus propios intereses. Para Sugden, en la tradición humeana, la justicia de una institución se basa en el interés de cada individuo en seguir las reglas de tal institución, supuesto que los demás hagan lo mismo. La justicia de un contrato se basaría, por tanto, en el interés de los contratantes en aceptar sus términos y condiciones⁶.

El enfoque de Sugden nos proporciona las herramientas necesarias para generalizar la intuición domatiana sobre la equidad actuarial. Frente a la concepción clásica, en la que

⁶ Sugden defiende estas ideas en su libro *The Community of Advantage* (Sugden, 2018), en el que obtiene resultados similares a los clásicos de la economía del bienestar, sin presuponer racionalidad perfecta de los agentes. Sugden no se basa en preferencias –racionales o no –, sino en *oportunidades*. Para Sugden, los mercados competitivos son instituciones deseables, no porque permitan satisfacer eficientemente las preferencias de los agentes, sino porque proporcionan a estos las oportunidades para llevar a cabo las transacciones que desean hacer.

el precio se fijaba algorítmicamente a partir de un riesgo objetivo, el contractualismo de Sugden nos permite dar cuenta de los acuerdos realmente existentes en los mercados de seguros. A diferencia del paradigma todavía dominante en economía, Sugden no juzga las decisiones individuales a partir de un canon de racionalidad exento, sino que parte del principio de que los individuos son los mejores jueces sobre sus propias preferencias. Al contratar un seguro, será justo el precio que acuerden siempre que ninguna de las partes oculte a la otra información sobre los riesgos asegurados que afecte a sus intereses.

No obstante, esta concepción de la equidad actuarial debe afrontar una objeción inmediata: ¿cuánta información puede recabar una aseguradora sobre sus clientes antes de hacerles una oferta? De acuerdo con la intuición de Domat, en una situación ideal, ninguna de las partes debería ocultar información relevante a la otra. En el mundo real, sin embargo, a menudo existen factores de riesgo que solo son conocidos por los asegurados y que estos pueden intentar ocultar a la aseguradora. Por ejemplo, los asegurados en un seguro de salud pueden ocultar información sobre enfermedades graves sufridas en el pasado o sobre malos hábitos de vida, o los asegurados en un seguro de automóviles pueden no declarar el número real de kilómetros anuales que conducen en sus coches. El argumento de Domat calificaría como injusto a cualquier contrato firmado en estas condiciones, y podría justificar cualquier esfuerzo emprendido por la aseguradora para limitar el riesgo moral del contrato y desvelar esos posibles factores de riesgo no revelados por el asegurado.

El uso por parte de las aseguradoras de modernas tecnologías basadas en sofisticados análisis genéticos o de *Big Data* para perfilar el perfil de riesgo de los asegurados puede parecer, en consecuencia, perfectamente justificado desde el punto de vista domatiano. Estas prácticas pueden, sin embargo, tener consecuencias que chocan con la legislación vigente en numerosos países. Por ejemplo, en marzo de 2011 el Tribunal Europeo de

Justicia prohibió el uso del género de los asegurados como factor de tarificación, con el fin de evitar posibles discriminaciones. La protesta de la industria aseguradora fue unánime, calificando a la prohibición como “injusta” (Landes, 2015). Sin embargo, en el mundo del *Big Data* no resultará difícil esquivar dicha prohibición, teniendo en cuenta lo fácil que resulta predecir el sexo a partir de otras características de las personas (Kosinski, Stillwell & Graepel, 2013). Y no sólo el sexo, sino también la raza, religión, orientación sexual y hasta rasgos psicológicos podrían ser predichos mediante el uso de dicha tecnología, una información confidencial que podría acabar en manos de empresas privadas. Hoy en día, las aseguradoras pretenden convencernos para instalar aparatos electrónicos en nuestros coches que recopilan datos sobre nuestros hábitos de conducción, aparatos en nuestros electrodomésticos que recogen datos sobre nuestros hábitos de consumo, y aparatos en nuestros relojes de pulsera que almacenan datos sobre nuestra salud y hábitos de vida. Todos esos datos acabarán en manos de empresas privadas, las cuales probablemente los usarán para ganar dinero prediciendo a partir de ellos nuestro comportamiento (O'Neil, 2018).

En el mundo del *Big Data*, incluso la propia naturaleza solidaria de los seguros podría estar en peligro. En efecto, esta acumulación de información en manos de las aseguradoras podría darles la capacidad de seleccionar solo los mejores asegurados, aquellos que previsiblemente tendrán una menor siniestralidad, y de rechazar o penalizar al resto (un comportamiento que se conoce como *cream skimming*). De esta forma, el acopio de información llevaría al rechazo de muchos asegurados potenciales, que no cumplirían los elevados estándares exigidos. En otras palabras, el contractualismo domatiano tendría la consecuencia perversa de acabar con cualquier dimensión solidaria en los contratos de seguros. El componente moral del negocio asegurador, basado en la mutualización o compromiso solidario de muchos para paliar la desgracia de unos pocos,

quedaría así completamente desnaturalizado, ya que solo estaría orientado a la pequeña élite que muestra una menor siniestralidad. No tendría mucho sentido, por ejemplo, un seguro de salud cuyos asegurados gozaran todos o casi todos de buena salud y por tanto no necesitaran sus prestaciones. Puesto que la gran mayoría de las personas quedarían excluidas, la solidaridad sería sustituida por el elitismo.

5. *¿Por qué un contractualista limitaría la información que una aseguradora puede recabar?*

Creemos que es posible justificar restricciones, desde un punto de vista contractualista, a la cantidad de información que una compañía de seguros puede recabar sobre sus clientes. La intuición que queremos desarrollar es la siguiente: hay una diferencia entre los riesgos de los que se puede suponer consciente a un asegurado al contratar un seguro, y los riesgos que las compañías pueden calcular mediante algoritmos predictivos a partir de cualesquiera datos del usuario. De estos últimos riesgos el asegurado difícilmente puede ser consciente, pues a menudo se obtienen mediante algoritmos que obtienen sus predicciones de un modo que resulta opaco a sus propios programadores. Y, sin embargo, como acabamos de ver, las compañías pueden usarlos contra los propios intereses de sus clientes. Es racional para ellos exigir restricciones legales sobre la recopilación de este tipo de datos. Veamos por qué.

Un comprador de un seguro es, por definición, una persona con aversión al riesgo, ya que prefiere evitar participar en un “sorteo” de sucesos desfavorables (los posibles siniestros) pagando en su lugar una prima cuya cuantía es siempre superior a la esperanza matemática de los siniestros. En consecuencia, este asegurado con aversión al riesgo preferirá no participar en un segundo “sorteo” con posibles resultados favorables, pero también desfavorables, y cuya esperanza es la prima que actualmente paga. Podemos concebir los algoritmos predictivos de las compañías de seguros como un sorteo: el cliente

proporciona cualesquiera datos que se le soliciten, y la compañía estimará su perfil de riesgo para ofrecerle un precio. Este “sorteo” clasificará al cliente, supongamos, en uno de estos dos grupos: *favorecidos* o *desfavorecidos*.

Supongamos que una persona no sabe si pertenece a un grupo de "favorecidos", que le permitiría pagar menos por la póliza, o a un grupo de "desfavorecidos" en el que tendría que pagar más. Supongamos, por ejemplo, que los favorecidos pagan 5 (con prob. 0.5) y los desfavorecidos pagan 15 (con prob. 0.5). Asumiendo que las primas se calculan mediante esperanzas, si se juntan los dos grupos, la prima sería 10. Y puesto que el potencial comprador es averso al riesgo, preferirá esta última opción que jugar al juego de favorecido/desfavorecido. Preferirá por tanto que los favorecidos y los desfavorecidos formen parte del mismo *pool*, ya que no sabe de antemano a qué grupo pertenece. En otras palabras, defendemos que va en el propio interés de los clientes de seguros, por su aversión al riesgo, exigir limitaciones sobre los datos que las compañías puedan recopilar sobre ellos para calcular sus perfiles de riesgo.

Este argumento puede parecer contradictorio con el viejo principio actuarial que defiende la necesidad de clasificar a los asegurados en clases cada vez más finas y homogéneas según sus perfiles de riesgo. El principio se basa en el mecanismo de la antiselección, que ya hemos mencionado anteriormente. Según este argumento, los grupos heterogéneos, integrados por asegurados con diferentes niveles de riesgo, no serían estables, ya que los asegurados con menos riesgo se darán cuenta de que están subvencionando a otros que tienen más siniestros que ellos, y acabarán abandonando el grupo. Al final de este proceso, la compañía solo retendría a los asegurados con altos niveles de riesgo (antiselección), lo que podría poner en peligro su solvencia. Aplicando este argumento al ejemplo anterior,

se asume que los “favorecidos” abandonarán paulatinamente el grupo y la proporción de “desfavorecidos” se incrementará, así como el nivel de la siniestralidad, lo que forzará a la empresa a elevar las primas para mantener la solvencia, lo que a su vez potenciará la salida de los “favorecidos” que todavía permanecen en el grupo, etc.

Sin duda, este mecanismo de antiselección justifica la búsqueda de factores de riesgo relevantes por parte de las compañías a la hora de formar las clases de asegurados y de calcular las primas que deben pagar. Sin embargo, este proceso de antiselección solo puede producirse cuando los “favorecidos” son conscientes de su condición. El ejemplo clásico es el de los seguros de vida: las personas conocen muy bien su propia edad, por lo que un seguro de vida en el que todos los asegurados pagasen la misma prima independientemente de la edad no resultaría viable. Sin embargo, una situación muy diferente sería aquella en la que la segmentación se lleva a cabo mediante el uso de modernas técnicas de Big Data o de análisis genéticos que pueden estar al alcance de la compañía, pero no de los asegurados. En efecto, es claro que estos últimos no disponen ni de los datos ni de la competencia técnica necesaria para llevar a cabo sofisticados análisis estadísticos o genéticos, por lo que se encuentran ante un nuevo “sorteo” de resultados inciertos. Un sorteo en el que no desean participar, a causa de su aversión al riesgo.

Nos encontramos, así, en la necesidad de precisar las condiciones de aplicación de la justicia domatiana basada en la incertidumbre compartida y en la búsqueda del propio interés de los contratantes. Este enfoque permite justificar la necesidad de transparencia por ambas partes, hasta el punto en el que el proceso de segmentación proporciona clases estables de asegurados, no afectadas por el mecanismo de la antiselección. Una vez alcanzado dicho estado, la solvencia de la empresa no se encuentra amenazada. Pero

profundizar en la segmentación a partir de ese punto no conlleva beneficios para los asegurados, que son siempre aversos al riesgo, y que serían forzados a participar en un sorteo adicional de consecuencias inciertas. Así, por ejemplo, nadie sabe de antemano cuál puede ser el resultado de un sofisticado análisis genético que puede detectar raras e insospechadas propensiones, con drásticos efectos en las primas de un seguro de salud, por lo que ningún asegurado debería tener interés en participar en ese nuevo “sorteo” genético.

Defendemos, pues, que la transparencia asociada a la justicia domatiana finaliza cuando las clases obtenidas son inmunes a la antiselección. Y es precisamente en ese punto donde se localiza la justicia del acuerdo según los argumentos contractualistas que hemos expuesto.

Terminamos nuestro razonamiento con un par de precisiones importantes. En primer lugar, no se defiende aquí que las compañías aseguradoras no podrán nunca, bajo ninguna circunstancia, utilizar *Big Data* o información genética de sus asegurados. Lo que hoy es inalcanzable para el asegurado (un sofisticado análisis de propensiones genéticas, por ejemplo) puede ser fácilmente asequible en el futuro, por lo que en ese caso la correspondiente información también debería estar a disposición de la aseguradora. En caso contrario, las clases volverían a estar expuestas a la antiselección. En segundo lugar, la compañía aseguradora siempre tendrá un incentivo para recopilar y utilizar este tipo de información, ya que puede utilizarla para detectar y atraer los mejores perfiles de riesgo (*cream skimming*). Son los asegurados los que no deberían estar interesados en participar en el proceso, a causa de su aversión al riesgo y a su desconocimiento de la posición que

ocuparán en la nueva clasificación de los perfiles de riesgo. Y son por lo tanto los datos de los asegurados los que deben ser objeto de una protección legal.

6. Conclusiones

Hace ya mucho tiempo que los economistas dejaron de pensar en *precios justos*, definidos a partir de costes de producción objetivos, y centraron su interés en los *precios de mercado*, resultado de la interacción de la oferta y la demanda. El concepto de precio justo, sin embargo, no ha sido completamente olvidado, como ilustra nuestra discusión. Tradicionalmente, las compañías de seguros han invertido grandes esfuerzos en calcular los denominados *precios actuarialmente justos*, adaptación a su negocio de los precios justos escolásticos.

Hay razones históricas que pueden ayudarnos a comprender el interés de las compañías en alcanzar la equidad actuarial de los precios de los seguros: la noción de esperanza matemática, utilizada tradicionalmente para calcular los precios de seguros y rentas actuariales, fue desarrollada por los primeros probabilistas en un contexto de búsqueda del reparto justo de ganancias de un juego. Encontramos así que la connotación moral de la esperanza matemática, en apariencia completamente olvidada hoy en día, está todavía vigente cuando esta esperanza se utiliza para calcular las primas de los seguros. Pero no deja de sorprender la supervivencia de la noción de precio justo precisamente en un contexto en el que este pierde una de sus características esenciales: la objetividad.

En efecto, como hemos mostrado en este artículo, ya no es posible sostener la objetividad de los precios calculados mediante esperanzas matemáticas, en un mundo en el que la abundancia de información hace a estas esperanzas especialmente vulnerables a la clase de referencia elegida para calcularlas. En la práctica, además de las estimaciones de la siniestralidad, para la determinación de las primas las compañías tienen en cuenta otros

factores importantes, como las condiciones, restricciones y oportunidades del mercado asegurador en cada momento. En consecuencia, las primas de los seguros en los mercados reales pueden alejarse mucho de las esperanzas matemáticas de la siniestralidad de los asegurados.

El concepto clásico de equidad actuarial resulta así insostenible tanto en la teoría como en la práctica. Si queremos justificar la equidad de las primas de los seguros, deberemos abandonar las esperanzas matemáticas y buscar en otro lado. En este artículo hemos vuelto la mirada hacia intuiciones contractualistas contemporáneas de los primeros probabilistas, que siguen plenamente vigentes en nuestros días. Para el jurista francés Jean Domat, la justicia de los contratos aleatorios no se basa en complejas estimaciones estadísticas sino en la incertidumbre compartida bajo la que deben alcanzarse los acuerdos. En un contrato aleatorio justo, por tanto, ninguna de las partes debería ocultar información relevante a la otra parte. En el artículo hemos mostrado cómo esta propuesta es totalmente acorde con las prácticas de los mercados de seguros, que se sostienen en última instancia por la confianza que se muestran tanto aseguradores como asegurados. Cuando la suspicacia y el fraude sustituyen a la confianza, los fundamentos mismos del negocio asegurador se tambalean.

Resulta paradójico, sin embargo, que no sea solo la falta de información la que pone en riesgo dichos fundamentos, sino también el exceso de la misma. En el mundo del Big Data, la gran cantidad de información que pueden llegar a manejar las compañías aseguradoras les da un poder de discriminación que puede poner en entredicho el fundamento mismo de la idea del seguro, y cualquier teoría contractualista debe intentar resolver esta contradicción. Nuestra propuesta de solución se basa en las ideas de un contractualista contemporáneo, el economista y filósofo Robert Sugden. No está claro, sin embargo, que el razonamiento que proponemos para limitar la cantidad de

información que las compañías de seguros pueden manejar sobre sus asegurados, sea extrapolable a otros negocios. El desafío moral planteado por el Big Data persiste, un reto al que las teorías contractualistas no tienen más remedio que enfrentarse. Nuestra propuesta puede considerarse como un pequeño paso en esa dirección.

Conclusiones

A partir de ejemplos y problemas provenientes del negocio asegurador, en esta Tesis Doctoral se ha puesto de manifiesto que las diversas concepciones del riesgo no son éticamente neutrales, sino que tienen importantes consecuencias sobre las nociones de justicia subyacentes. Así como existen diferentes nociones de justicia, también hay diversas formas de conceptualizar la noción intuitiva de riesgo, y se pueden detectar estrechas relaciones entre las primeras y las segundas. En la Tesis se presentan y discuten tres casos importantes.

En primer lugar, se analizan las propuestas de Rawls y Harsanyi y sus diferentes “velos de la ignorancia”, con los que aspiran a garantizar la justicia de las elecciones. Partiendo de la correspondencia entre diversos tipos de medidas coherentes del riesgo y medidas de desviación, en la Tesis se argumenta que es imposible elegir una medida de riesgo sin hacer también implícitamente una elección sobre la medida de la desigualdad. Se defiende por tanto que los velos de la ignorancia de Rawls y Harsanyi no logran ocultar sus preferencias implícitas sobre la desigualdad resultante de sus decisiones.

En segundo lugar, se analiza en profundidad el concepto de Equidad Actuarial y su relación con una medida de riesgo particular, la esperanza matemática. En la Tesis se lleva a cabo una exhaustiva revisión de los orígenes y el desarrollo de estos conceptos a lo largo de varios siglos, y se argumenta que el origen histórico del estrecho vínculo que los liga se remonta a las propuestas aristotélicas sobre la justicia distributiva. Estas ideas aristotélicas fueron posteriormente refinadas por los comentaristas escolásticos y aplicadas al caso de los contratos aleatorios, dando lugar a la idea de la Igualdad en Riesgo, que a su vez fue formalizada y cuantificada por los primeros probabilistas a través del concepto de esperanza matemática. Esta importante medida del riesgo fue por tanto

formulada en estrecha relación con una determinada concepción de la justicia distributiva, una relación que se ha difuminado por completo en la mayor parte de las aplicaciones actuales. Pero curiosamente el vínculo se ha mantenido en el negocio asegurador, donde se utiliza la esperanza matemática para calcular las primas de los seguros, y no solo no ha perdido fuerza sino que ha cobrado vigor en los últimos años aprovechándose del auge de las nuevas tecnologías de recopilación y procesamiento masivo de datos. Muchas compañías aseguradoras justifican hoy en día su avidez de datos sobre los asegurados a partir de la Equidad Actuarial, respaldando sus argumentos con la pretensión de que su aplicación garantiza una mayor justicia de las primas. Pero en la Tesis se demuestra que la versión objetivista de la Equidad Actuarial no se puede sostener debido a razones tanto teóricas como prácticas, y que su aplicación indiscriminada conduce a situaciones claramente injustas. Se plantea, por tanto, el problema de encontrar una fundamentación alternativa de la justicia de las primas, que permita superar los problemas ya comentados.

La tercera cuestión analizada en la Tesis se corresponde con dicha justificación alternativa, y parte de una intuición del jurista francés Jean Domat, contemporáneo de los primeros probabilistas. En la propuesta de Domat, la justicia de las primas (y de los contratos aleatorios en general) se basa en la libre aceptación bajo condiciones de incertidumbre compartida. De nuevo, una concepción alternativa del riesgo, pero que no pretende cuantificarlo de forma objetiva sino que solo exige compartir la información relevante, es la base de la justicia de un contrato. En la Tesis se integra la intuición de Domat en un marco contractualista que se inspira en las propuestas del economista y filósofo Robert Sugden. Creemos que la justificación de la justicia actuarial basada en estas ideas es acorde con los comportamientos reales de los mercados y no está expuesta a las críticas ya comentadas del enfoque objetivista.

En un mundo cada vez más dependiente de las nuevas tecnologías y los macrodatos, clarificar las relaciones entre los conceptos de riesgo y justicia reviste cada vez más importancia. Aunque el presente trabajo se centra en el negocio de los seguros, algunas de sus conclusiones pueden ser extrapolables a otros ámbitos. Los desafíos éticos asociados al Big Data son cada vez más acuciantes, y esperamos que los resultados de la Tesis puedan ser de utilidad en este campo de investigación cuya importancia se incrementa cada día.

Referencias bibliográficas

- Alborn, T. L. (2009) *Regulated Lives: Life Insurance and British Society, 1800-1914*. Toronto: University of Toronto Press.
- Aquino, T. (1940[1225-1274]) *Suma de Teología*, Madrid: BAC, 1940.
- Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J. & Heath, D. (1999) 'Coherent Measures of Risk', *Mathematical Finance* 9: 203-228.
- Ashford, E. & Mulgan, T. (2018) 'Contractualism', *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2018 Edition). Retrieved from <https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/contractualism/>
- Aubry, C. & Rau, C. (1871) *Cours de droit civil français*, t. 4. [Course of French Civil Law]. Paris: Imprimerie et librairie générale de jurisprudence.
- Baker, T. (1993). 'Constructing the insurance relationship: Sales stories, claims stories, and insurance contract damages', *Tex. L. Rev.* 72: 1395.
- Bellhouse, D. R. (2011) 'A New Look at Halley's Life Table', *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)* 174 (3): 823-832.
- Bernoulli, D. (1982[1765]) 'Essai d'une nouvelle analyse de la mortalité causée par la petite vérole, et des avantages de l'inoculation pour la prévenir' [An Attempt at a New Analysis of the Mortality Caused by Smallpox and of the Advantages of Inoculation to Prevent it], en L.P. Bouckaert *et al.* (eds) *Die Werke von Daniel Bernoulli* [The Works of Daniel Bernoulli], Vol. 2. Basel: Birkhäuser, 1-45.
- Bernoulli, J. (2006) *The Art of Conjecturing, Together with Letter to a Friend on Sets in Court Tennis*, ed. E. D. Sylla. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Bernoulli, N. (1992[1711]) *L'usage de l'art de conjecturer en droit* [The use of the Art of Conjecturing in Law], ed. N. Meusnier. Paris: Séminaire Histoire du calcul des probabilités et de la statistique.

- Birch, T. (1759) *A Collection of the Yearly Bills of Mortality, From 1657 to 1758 Inclusive*. London: A. Millar.
- Bouk, D. B. (2015) *How Our Days Became Numbered: Risk and the Rise of the Statistical Individual*. Chicago: University of Chicago Press.
- Broome, J. (1991) *Weighing Goods*. Oxford: Basil Blackwell.
- Buffon, G. L. (1749) *Histoire naturelle générale et particulière* [Natural History, General and Particular], Vol. 2. Paris: Imprimerie royale.
- Ceccarelli, G. (2001) 'Risky Business: Theological and Canonical Thought on Insurance from the Thirteenth to the Seventeenth Century', *Journal of Medieval and Early Modern Studies* 31 (3): 607-58.
- Chan, C. S. (2009) 'Creating a market in the presence of cultural resistance: The case of life insurance in China', *Theory and Society* 38 (3): 271-305.
- Clark, G. W. (1999) *Betting on Lives: The Culture of Life Insurance in England, 1695-1775*. Manchester: Manchester University Press.
- Coumet, E. (1970) 'La théorie du hasard est-elle née par hasard?' [Was the Theory of Chance Born By Chance?], *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations* 25 (3): 574-598.
- Crisp, R. (2003) 'Equality, Priority and Compassion', *Ethics* 113: 745-763.
- Daston, L. (1988a) *Classical Probability in the Enlightenment*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Daston, L. (1988b) 'La domesticación del riesgo: probabilidad matemática y seguros (1650-1830)' *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas* 11 (20): 19-50.
- De Moivre, A. (1725) *Annuities upon Lives*. London: Chelsea Publishing Company.

- De Roover, F. E. (1945) 'Early examples of marine insurance', *The Journal of Economic History* 5 (2): 172-200.
- De Witt, J. (1995[1671]) 'Value of Life Annuities in Proportion to Redeemable Annuities', en S. Haberman and T. A. Sibbett (eds) *History of Actuarial Science*. London: William Pickering, 144-164.
- Demonferrand, F. (1835) *Essai sur les lois de la population et de la mortalité en France* [Essay on the Laws of Population and Mortality and France], S.l.: s.n.
- Deparcieux, A. (2003[1746]) *Essai sur les probabilités de la durée de la vie humaine* [Essay on the Probabilities of the Human Lifespan], eds. C. Behar *et al.* Paris: Institut national d'études démographiques.
- Dodson, J. (1756) *First Lectures on Insurance*. Manuscript, Institute and Faculty of Actuaries.
- Domat, J. (1689). *Les Loix civiles dans leur ordre naturel* Paris: J. B. Coignard.
- Domat, J. (1850[1689]) *The Civil Law in its Natural Order*, trans. L. S. Cushing. Boston: Charles C. Little and James Brown.
- Duvillard De Durand, J. H. T. E. É. (1806) *Analyse et Tableaux de l'influence de la petite vérole sur la mortalité à chaque âge* [Analysis and Tables of the Influence of Smallpox on Mortality at each Age]. Paris: Imprimerie Impériale.
- Eck, J.R. & Nizovtsev, D. (2006) 'The impact of culture on the purchase of life insurance in Latin America and the Caribbean', *International Business and Economics Research Journal* 5 (1): 31-45.
- Euler, L. (1760) 'Recherches générales sur la mortalité et la multiplication du genre humain' [General Investigations on the Mortality and the Multiplication of the Human Race], *Mémoires de l'académie des sciences de Berlin* 16: 144-164.

- Ewald, F. (1991) 'Insurance and risk', en G. Burchell, C. Gordon & P. Miller (Eds.), *The Foucault effect: Studies in governmentality*. Chicago: University of Chicago Press, 197-210.
- Ewald, F. (1986) *L'Etat providence*. Paris: B. Grasset.
- Finlaison, J. (1829) *Report of John Finlaison, Actuary of the National Debt, on the Evidence and Elementary Facts on which the Tables of Life Annuities are Founded*. London: H. M. Stationery Office.
- Fleischacker, S. (2004) *A Short History of Distributive Justice*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Franklin, J. (2001) *The Science of Conjecture: Evidence and Probability before Pascal*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Freeman, S. (2013) 'Original Position', *Stanford Encyclopedia of Philosophy* 2012 [fecha de consulta: 18/7/2013].
- Gordley, J. (1993) *The Philosophical Origins of Modern Contract Doctrine*. Oxford: Clarendon Press.
- Hacking, I. (1975) *The Emergence of Probability: A Philosophical Study of Early Ideas About Probability, Induction and Statistical Inference*. London: Cambridge University Press.
- Hájek, A. (2007) 'The Reference Class Problem Is Your Problem Too', *Synthese* 156 (3): 563-85.
- Hald, A. (1990) *A History of Probability and Statistics and their Applications before 1750*. New York: Wiley.
- Halley, E. (1693) 'An Estimate of the Degrees of the Mortality of Mankind', *Philosophical Transactions of the Royal Society* 1 (17): 596-610.

- Harsanyi, J. C. (1953) 'Cardinal Utility in Welfare Economics and in the Theory of Risk-Taking', *Journal of Political Economy* 61: 434- 435.
- Harsanyi, J. C. (1955) 'Cardinal Welfare, Individualistic Ethics and Interpersonal Comparisons of Utility', *Journal of Political Economy* 63 (4): 309-321.
- Harsanyi, J. C. (1975) 'Can the Maximin Principle Serve as a Basis for Morality? A Critique of John Rawls's Theory', *The American Political Science Review* 69 (2): 594-606.
- Harsanyi, J. C. (1977a) 'Morality and the Theory of Rational Behavior', *Social Research* 44 (4): 623-656.
- Harsanyi, J. C. (1977b) *Rational Behaviour and Bargaining Equilibrium in Games and Social Situations*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Heras, A. J. (2010) 'Medidas del Riesgo y sus aplicaciones actuariales y financieras', *Economía Española y Protección Social* 2: 69-103.
- Heras, A. J. (2017) 'Los valores éticos del negocio asegurador. Una aproximación histórica', *Torre de los Lujanes* 71: 81-90.
- Huizinga, J. (1998) *Homo ludens*. Madrid: Alianza Editorial.
- Hup, M. (2011) *Life Annuities as a Resource of Public Finance in Holland, 1648-1713. Demand- or supply-driven?*. BSc Thesis, Universiteit Utrecht.
- Iglesias, A. (2009) *Filosofía y derecho en Jean Domat* [Philosophy and Law in Jean Domat]. PhD Thesis, Universidad Carlos III de Madrid.
- Kersseboom, W. (1738) *Verhandeling tot een proeve om te weten de probable menigte des volks in de provintie van Hollandt en Westvrieslandt* [Treatise on an Experiment to Know the Probable Mass of Population in the Province of Hollandt and Westfrieslandt]. S.l.: s.n.

- Kersseboom, W. (1742) *Eerste verhandeling tot een proeve om te weeten de probable menigte des volks in de provintie van Hollandt en Westvrieslandt* [First Treatise on an Experiment to Know the Probable Mass of Population in the Province of Hollandt and Westfrieslandt]. S.l.: Jan vanden Bergh.
- Kosinski, M., Stillwell, D. & Graepel, T. (2013) 'Private traits and attributes are predictable from digital records of human behavior', *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110 (15): 5802-5805.
- Kritter, J. A. (1780) 'Untersuchung des Unterscheides der Sterblichkeit der Männer und der Frauen von gleichen Alter' [Investigation of the Difference of Mortality of Men and Women of Equal Age], *Göttingisches Magazin der Wissenschaften und Litteratur* 2: 229-58.
- Kurtulmus, A. F. (2012) 'Uncertainty behind the Veil of Ignorance', *Utilitas* 24 (01): 41-62.
- Kvalnes, Ø. (2011) 'Blurred promises: Ethical consequences of fine print policies in insurance', *Journal of Business Ethics* 103 (1): 77-86.
- Lambert, J. H. (1772) *Beyträge zum Gebrauche der Mathematik und deren Anwendung* [Contribution to the Usage of Mathematics and its Application]. S. l.: Verlag des Buchladens der Realschule.
- Landes, X. (2015) 'How Fair Is Actuarial Fairness?', *Journal of Business Ethics* 128 (3): 519-533.
- Le Bras, H. (1998) *Le démon des origines: démographie et extrême droite* [The Devil of Origins: Demography and Extreme Right]. La Tour d'Aigues: L'Aube.
- Lehtonen, T. K. & Liukko, J. (2011) 'The Forms and Limits of Insurance Solidarity', *Journal of Business Ethics* 103 (1): 33-44.

- Lehtonen, T. K. & Liukko, J. (2015) 'Producing solidarity, inequality and exclusion through insurance', *Res publica* 21 (2): 155-169.
- Lesch, W. C. & Brinkmann, J. (2011) 'Consumer insurance fraud/abuse as co-creation and co-responsibility: A new paradigm', *Journal of Business Ethics* 103 (1): 17-32.
- Markowitz, H. (1952) 'Portfolio selection', *The Journal of Finance* 7 (1): 77-91.
- Mas-Colell, A., Whinston, M. & Green, J. (1995) *Microeconomic Theory*. Oxford University Press, New York.
- Merkin, R. (1980) 'Gambling by Insurance - A Study of the Life Assurance Act 1774', *Anglo-American Law Review* 9 (3): 331-63.
- Messance, L. (1766) *Nouvelles recherches sur la population de la France, avec des remarques importantes sur divers objets d'administration* [New Research on the Population of France, with Important Remarks on Various Objects of Administration]. Paris: Durand.
- Meyers, G. & Van Hoyweghen, I. (2018) 'Enacting Actuarial Fairness in Insurance: from Fair Discrimination to Behaviour-Based Fairness', *Science as Culture* 27 (4): 413-438.
- Milne, J. (1815) *A Treatise on the Valuation of Annuities and Assurances on Lives and Survivorships*. S. 1.: Longman, Hurst, Rees, Orme and Brown.
- Moheau, J. B. (1778) *Recherches et considérations sur la population de la France* [Research and Considerations on the Population of France]. Paris: Moutard.
- Mongin, P. (2001) 'The Impartial Observer Theorem of Social Ethics', *Economics and Philosophy* 17: 147-179.

- Monsalve, F. (2014) 'Scholastic Just Price Versus Current Market Price: Is it Merely a Matter of Labelling?', *The European Journal of the History of Economic Thought* 21 (1): 4-20.
- Morris, C. (1759) *Observations on the Past Growth and Present State of the City of London*. London: A. Millar.
- Murphy, S. A. (2010) *Investing in Life: Insurance in Antebellum America*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Murray, L. L. (2016) *Data Smoothing Techniques: Historical and Modern*. Ph.D. Thesis, University of Western Ontario.
- Nagel, T. (1973) 'Rawls on Justice', *The Philosophical Review* 82 (2): 220-234.
- O'Neil, C. (2018) *Armas de destrucción matemática: cómo el big data aumenta la desigualdad y amenaza la democracia*. Madrid: Capitan Swing.
- Ogborn, M. E. (1962) *Equitable Assurances. The Story of Life Assurance in the Experience of the Equitable Life Assurance Society, 1762-1962*. London: George Allen & Unwin.
- Outreville, J.F. (2018) 'Culture and Life Insurance Ownership: Is It an Issue?', *Journal of Insurance Issues* 41 (2): 168-192.
- Park, S. C. & Lemaire, J. (2013) 'The Impact of Culture on the Demand for Non-Life Insurance', *ASTIN Bulletin* 42 (2): 501-527.
- Pascal, B. (1963) *Œuvres complètes* [Complete Works], ed. L. Lafuma. Paris: Seuil.
- Pradier, P. C. (2016) 'The Debt of the Hôtel-Dieu de Paris from 1660 to 1690: A Testbed for Sovereign Default', Working Paper, Centre d'économie de la Sorbonne. Paris.
- Price, R. (1773) *Observations on Reversionary Payments*. S. l.: Printed for T. Cadell.
- Rawls, J. (1999) *A theory of justice*. Rev. ed. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press.

- Rawls, J. (2001) *Justice as fairness: a restatement*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Ribeiro, R., Silva, B., Pimenta, C. & Poeschl, G. (2020) 'Why do consumers perpetrate fraudulent behaviors in insurance?', *Crime, Law and Social Change* 73 (3): 249-273.
- Rockafellar, T., Uryasev, S. & Zabarankin, M. (2006) 'Generalized Deviations in Risk Analysis', *Finance and Stochastics* 10 (1): 51-74.
- Rohrbasser, J. M. & Véron, J. (1999) 'Les frères Huygens et le "calcul des ages": l'argument du pari équitable' [The Huygens Brothers and the 'Calcul des Ages': The Argument of the 'Pari Equitable'], *Population* 54 (6): 993-1011.
- Rosenhaft, E. (2010) 'How to Tame Chance: Evolving Languages of Risk, Trust, and Expertise in Eighteenth-century German Proto-insurances', en G. Clark *et al.* (eds) *The Appeal of Insurance*. Toronto: University of Toronto Press, 16-42.
- Santarem, P. d. (1971[1552]) *Tractatus de assecurationibus et sponsionibus* [The Treatise on Insurance]. Lisboa: Grémio dos Seguradores.
- Simpson, T. (1742) *The Doctrine of Annuities and Reversions*. S.l.: Printed for J. Nourse.
- Smart, J. (1738) 'A Table Showing the Probabilities of Life', en S. n., *The Bills of Mortality for the City of London*. London: Guildhall Library.
- Soto, D. d. (1967[1556]) *De iustitia et iure libri decem. De la justicia y del derecho: en diez libros* [On Justice and Law in Ten Books], trans. V. Carro. Madrid: Instituto de Estudios Políticos.
- Stone, D. A. (1993) 'The Struggle for the Soul of Health Insurance', *Journal of Health Politics, Policy and Law* 18 (2): 287-317.
- Struyck, N. (1912) *Les œuvres de Nicolas Struyck (1687-1769) qui se rapportent au calcul des chances, à la statistique générale, à la statistique des décès et aux*

- rentes viagères* [The Works of Nicolas Struyck (1687-1769) regarding the Calculation of Chances, General Statistics, Death Statistics and Life Annuities], ed. J. A. Vollraf. Amsterdam: Martinus Nijhoff.
- Sugden, R. (2004) 'Alternatives to Expected Utility: Foundations', en Barberá, Hammond & Seidl (eds) *Handbook of Utility Theory Vol 2: Extensions*, Kluwer Academic Publishers.
- Sugden, R. (2018) *The community of advantage*. Oxford: Oxford University Press.
- Süssmilch, J. P. (1761) *Die göttliche Ordnung in den Veränderungen des menschlichen Geschlechts* [The Divine Order in the Changes in the Human Race]. Berlin: Verlag des Buchladens der Realschule.
- Sylla, E. D. (2003) 'Business Ethics, Commercial Mathematics, and the Origins of Mathematical Probability', *History of Political Economy* 35 (5): 309-37.
- Teira, D. (2006) 'On the Normative Dimension of the St. Petersburg Paradox', *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 37 (2): 210-23.
- Thaler, R. H. (2015) *Misbehaving: the making of behavioral economics*. New York: W.W. Norton & Company.
- Tsanakas, A. & Desli, E. (2003) 'Risk Measures and Theories of Choice', *British Actuarial Journal* 9 (4): 959-991.
- Turnbull, C. (2016) *A History of British Actuarial Thought*. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg.
- Van Ham, D. (2005) 'De tafel van afsterving van Johannes Hudde' [Johannes Hudde's table of deaths], *De Actuaris* (Juli): 31-3.
- Wang, S. (1996) 'Premium Calculation by Transforming the Layer Premium Density', *ASTIN Bulletin* 26 (1): 71-92.

- Wargentín, P. (1995) 'Mortality in Sweden according to the "Tabell-Verket"', en S. Haberman & T. Sibbett (eds) *History of Actuarial Science*, Vol. 2. London: William Pickering, 11-38.
- Winterhalder, B., Lu, F. & Tucker, B. (1999) 'Risk-sensitive adaptive tactics: models and evidence from subsistence studies in biology and anthropology', *Journal of Archaeological Research* 7 (4): 301-348.
- Yaari, M. (1987) 'The Dual Theory of Choice under Risk', *Econometrica* 55 (1): 95-115.
- Zelizer, V. A. (1978) 'Human values and the market: the case of life insurance and death in 19th-century America', *American Journal of Sociology* 84 (3): 591-610.
- Zelizer, V. A. (1979) *Morals and Markets: the development of life insurance in the United States*. New York: Columbia University Press.
- Zourrig, H. & Park, J. (2019) 'The effects of cultural tightness and perceived unfairness on Japanese consumers' attitude towards insurance fraud: the mediating effect of rationalization', *Journal of Financial Services Marketing* 24 (1): 21-30.
- Zwitter, A. (2014) 'Big Data ethics', *Big Data & Society* 1 (2): 1-6.