



# INFLUENCIAS RECÍPROCAS ENTRE LA ESTADÍSTICA Y LA ECONOMÍA

POR  
ANTONIO FRANCO RODRÍGUEZ DE LÁZARO  
CATEDRÁTICO DE ESTADÍSTICA  
FACULTAD DE CC. ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES  
UNIVERSIDAD SAN PABLO - CEU

---

CONFERENCIA  
14 DE ABRIL DE 1999  
FESTIVIDAD DE SAN VICENTE FERRER

# INFLUENCIAS RECÍPROCAS ENTRE LA ESTADÍSTICA Y LA ECONOMÍA

## I. INTRODUCCIÓN

Toda ciencia se desarrolla en una de estas dos formas, como respuesta a problemas que le llegan del exterior o como respuesta a problemas que ella misma crea a medida que va progresando.

En relación con los problemas que provienen del exterior, la Estadística ha de dar respuesta, entre otros, a los planteados por las necesidades económicas que emanan de los medios de producción y de la organización del Estado.

Desde la Antigüedad se sabe que las leyes de la naturaleza se evidencian después de observar un gran número de acontecimientos considerados casuales. Por eso, el objetivo de los prestigiosos matemáticos que desarrollaron el cálculo de probabilidades era el descubrimiento de regularidades, sobre cuya aparición actúan numerosas fuerzas individuales entre las que no hay ninguna o casi ninguna relación. Se suele argumentar que fueron los problemas relacionados con los juegos de azar los que animaron a importantes pensadores a estudiar este tipo de

sucesos, omitiéndose que la auténtica motivación que consolidó el cálculo de probabilidades fue el sustrato de aleatoriedad que encontraron en las observaciones económicas y en los problemas suscitados por las compañías aseguradoras y la estadística de la población.

La evolución histórica de la Ciencia Estadística posee múltiples conexiones e influencias mutuas con la Ciencia Económica. La probabilidad, los modelos probabilísticos y la inferencia, son un reflejo de los cambios que se han producido en la relación teoría-realidad económica. La Estadística es una herramienta del análisis aplicado, facilitando la conexión de las proposiciones teóricas con la realidad económica que se pretende estudiar, dentro de un contexto institucional concreto.

Las leyes estadísticas se hicieron autónomas cuando pudieron usarse no sólo para predecir fenómenos sino también para explicarlos. El saber que un fenómeno de carácter económico puede darse con mucha frecuencia, no permite explicar, a menos que poseamos más información, por qué ese fenómeno se produce realmente en un instante temporal determinado. Lo mismo ocurre si queremos explicar la ocurrencia de fenómenos económicos que sean poco probables. Cuando se consigue elaborar una metodología estadística, la Estadística adquiere carácter de ciencia independiente, pasando a tener sus propios problemas a estudiar.

Vamos a diferenciar dos aspectos de la Estadística, el nacimiento de la Estadística con la elaboración de estadísticas por los Estados y la génesis de la probabilidad, así como el diseño de los modelos aleatorios. Las leyes estadísticas se comprobaron en primer lugar en cuestiones relativas al ser humano, la sociedad pasó a ser objeto de las estadísticas originándose un nuevo tipo de ley de características análogas a las leyes de la naturaleza, pero ahora referidas a las personas. Estas nuevas leyes que se expresan en términos de probabilidad sólo han sido posibles por el alud de recopilaciones de cifras sobre fenómenos sociales que se produjo a comienzos del siglo XIX, permitiendo su enumeración, tabulación y publicación.

## II. LAS ESTADÍSTICAS

La Estadística nace con la finalidad de precisar cuantitativamente las cosas del *Estado*. El motivo por el que las primeras autoridades políticas de la historia estuvieron interesadas en obtener *estadísticas*: cifras, gráficos, promedios, etc., es porque sólo podían ejercer el poder en su territorio si conocían el número de familias, hombres aptos para la guerra, utensilios de caza y labranza, cabezas de ganado y demás información que sirviera para recaudar impuestos.

La primera referencia histórica de elaboración de estadísticas está situada en China, y alude al censo general de población del Imperio que mandó realizar el emperador Yao en el año 2238 antes de Cristo. La influencia de la religión y el uso del calendario favorecieron que los chinos utilizasen censos de población y tablas de estadística agrícola para controlar los procesos productivos.

También los egipcios recurrían a censos regulares y poseían una estadística administrativa que llegó a ejercer una gran influencia en los

comportamientos sociales y en el desarrollo del lenguaje. Los censos de población, ganado, fincas, oro, etc., tenían para los egipcios repercusiones fiscales, siendo los escribas los que se encargaban de recaudar los impuestos y contribuciones, aparte de desempeñar labores judiciales. Asimismo, los escribas medían las tierras después de las continuas y periódicas inundaciones del Nilo, elaborando un índice de fertilidad de las tierras, el *nilómetro* o altura que alcanzaba el Nilo, calculaban la capacidad de los depósitos de provisiones, proyectaban obras arquitectónicas, etc..

Las civilizaciones existentes en la misma época que la egipcia y cercanas geográficamente a ella, disponían de procedimientos estadísticos análogos y en algunos casos superiores. En la Biblia se recogen múltiples datos estadísticos, como por ejemplo, los encontrados en los libros históricos *Números* y *Crónicas*. En el primero aparecen dos censos de población, en el segundo se describen numéricamente los recursos económicos de que disponían las diversas tribus judías.

En Mesopotamia era necesario realizar un número elevado de estadísticas, recogidas en pequeñas tablillas de arcilla, porque tenían un sistema de regadío artificial muy extenso, lo que les obligaba a construir canales y diques, medir las áreas de los campos, calcular los rendimientos totales de los terrenos, determinar el número de trabajadores necesarios por jornada media de trabajo, etc.. Por otro lado, estaban obligados a desarrollar una gran actividad comercial con maderas, piedras preciosas y minerales, para compensar la escasez de recursos naturales.

Los griegos y los romanos utilizaban censos de población y tablas de datos agrícolas con finalidades no exclusivamente fiscales o militares, ya que los usaban para el reparto de tierras, el avituallamiento de las ciudades, la distribución de ayudas monetarias entre la plebe, etc.. Los censos y empadronamientos tienen su máximo esplendor en la época

del Imperio Romano, debido al gran interés mostrado en conocer con detalle lo que ocurría dentro de sus vastas fronteras; sin embargo, quedan pocos vestigios de los censos romanos debido a que la mayoría de las veces los destruían después de realizada la acción administrativa que los había motivado. Fueron ellos los que incorporaron la innovación de efectuar los censos por inmuebles y bajo la responsabilidad del propietario, método que se sigue usando en la actualidad.

Los inventarios realizados por orden de los reyes carolingios Pipino el Breve en el 758 y Carlomagno en el 762, sobre las propiedades de la Iglesia; así como la encuesta efectuada en Inglaterra en el año 1086 por el rey Guillermo I el Conquistador y recogida en el Domesday Book para inventariar la riqueza rústica del país con la finalidad de determinar la renta que tenían que pagar al rey sus propietarios, son retazos de la tradición de contabilizar hechos fragmentarios de carácter estático. Esto es, adquieren la información nada más que en instantes temporales concretos.

En la Edad Media, la influencia del cristianismo lleva a condenar todo lo que esté relacionado con el azar, negando su existencia. Todos los acontecimientos vienen de Dios; por eso, no hay que intentar descubrir las leyes del azar sino la Voluntad Divina y someterse a ella.

La consolidación del orden social feudal europeo reactiva la economía, la cultura y la ciencia. La agricultura obtiene un mayor rendimiento porque se utilizan mejores arados, aumenta la capacidad de trabajo del ganado al ponerle herraduras, etc. y la energía se consigue de molinos de viento o de agua.

Con el nacimiento de las ciudades estado se recobra el interés por los registros numéricos. Las ciencias experimentan un nuevo impulso en Europa, sobre todo en Italia por ser el lugar donde se daban las

mejores condiciones para un auge de la artesanía y el comercio. La artesanía se especializa en nuevas formas de organización denominadas gremios, que permiten introducir mejoras en el nivel de destreza de los artesanos y en las herramientas de trabajo que utilizan.

Durante los siglos XIII y XIV las poderosas ciudades estado Florencia, Génova, Milán, Pisa y Venecia tienen que elaborar estadísticas de comercio exterior<sup>1</sup>, debido al importante incremento de intercambios comerciales con Oriente Próximo y el Norte de África, intercambios que se realizan a pesar de las diferencias ideológicas y de las sangrientas intrigas militares.

En el Renacimiento, tras numerosas guerras, surgen las naciones y los estados nacionales, imponiéndose definitivamente el argumento de que sólo en el caso de poseer abundante información cuantitativa sobre el Estado es posible ejercer un buen gobierno. En los siglos XIV y XV comienza, en algunas regiones del sur, oeste y centro de Europa, la lenta transición a una sociedad burguesa, acompañada de sublevaciones de campesinos y de los habitantes de las ciudades contra los señores feudales.

Durante los siglos XV y XVI se hace evidente que el saber científico heredado de la Antigüedad no satisface las cada vez más complejas exigencias económicas e intelectuales de la burguesía. La incorporación de nuevos métodos y medios de producción, así como el descubrimiento de nuevos animales, nuevas plantas y hasta nuevos continentes, requiere nuevos planteamientos en la ciencia y en el arte. Se generaliza en Europa la obtención de registros estadísticos, y en lo

---

<sup>1</sup> Las estadísticas de comercio exterior más famosas son las de la República de Venecia, por los viajes de la familia de Marco Polo a China.

referente a España, este proceso sufre un desarrollo especial debido a las consecuencias económicas que se derivaron del descubrimiento y la posterior colonización de América<sup>2</sup>.

El paso de una economía natural a una economía monetaria produjo un rápido aumento de la circulación de dinero, lo que plantea múltiples problemas a los que ha de darse respuesta. Entre otros, llevar la contabilidad de las transacciones económicas, la conversión entre los diferentes tipos de unidades de medida, pesos, o monetarias, el cálculo del tipo de interés de los préstamos, etc..

Aparece una nueva profesión, la de maestro calculista (Rechenmeister) que era el que enseñaba la denominada *Practica welsch* (práctica franco-italiana), también llamada *arte de la mercadantia* (arte del comercio), de ahí que las palabras básicas utilizadas en el cálculo mercantil sean de origen italiano: balance, bancarrota, crédito, cuenta, descuento, neto, saldo, etc.. Era frecuente que los maestros calculistas editaran unos manuales de cálculo, siendo uno de los más famosos el alemán Adam Ries, a quién se le solicitó en la ciudad de Erzgebirge para que estableciera las relaciones entre el peso del pan y su precio. En 1483 aparece el *Libro de cálculo de Bamberg*, de autor desconocido; en 1489 se publica la obra *Cálculo fácil y bello en toda mercadantía*, del bohemio Widmann; en 1514 Köbels publica *Eyun Neue geordnet Rechenbüchlein*; en 1545 el francés Jacques Peletier publica *Arithmetica*; asimismo, tenemos los escritos del italiano Niccolo Tartaglia y del inglés Robert Recorde. También en España tuvimos maestros calculistas que publicaron numerosos *libros de cuentas* en los siglos XVI y XVII.

---

<sup>2</sup> España realizó un censo en Perú en 1548 y un censo de sus posesiones norteamericanas en 1576.

Los maestros calculistas utilizaban tanto el cálculo escrito con cifras indoarábigas como el cálculo con ábaco. El ábaco tenía la ventaja de que podía usarse aunque no se supiera leer ni escribir y no necesitaba papel, que en aquella época era caro y escaso. Por otro lado, algunos representantes de la iglesia rechazaban las cifras indoarábigas por proceder de un ambiente cultural no cristiano<sup>3</sup>. También, es necesario resaltar que estas cifras se podían falsificar con una mayor facilidad que las cifras romanas en los libros de contabilidad.

Sin olvidar que no disponían del signo cero<sup>4</sup> para representar lo nulo. Además, existía una repulsa hacia los números negativos, que eran denominados números absurdos, Cardano los llama ficticios y para Descartes son números falsos<sup>5</sup>. Fueron los comerciantes los que impulsaron paulatinamente las cifras indoarábigas porque permitían efectuar cálculos y llevar la contabilidad en libros.

La Estadística como descripción de conjuntos surge a la vez, durante el siglo XVI, en varios países europeos. En Italia con F. Sansovino (1521-1586) en su libro *Del Governo e amministrazione di diversi regni e republiche* publicado en 1567, en el que inaugura la costumbre de recoger información numérica de las riquezas, población, comercio, industria y finanzas de los Estados. También, hay que resaltar la obra *Le*

---

<sup>3</sup> Un ejemplo que ilustra esta situación es que en 1299 se prohibió su uso en Florencia

<sup>4</sup> El cero como cifra ha tenido múltiples denominaciones a lo largo de la historia. Los hindúes representaban el vacío con la palabra *sunya* que pasó al árabe como *as-sifr*, al latinizarse se denominó *zephirum* o *cifra* que significaba *figura nihil* (figura de la nada). Posteriormente, los franceses usan la palabra *chiffre* para denominar al cero, porque le consideran básico en la escritura numérica actual; mientras que los alemanes utilizan la palabra *ziffer* (cifra) al representar los diez primeros números. La palabra latina *nulla* derivada de *nullus* (ninguno, nadie, nada) se utiliza desde el siglo XV para indicar que no hay ninguna figura, ningún signo numérico, de donde se deriva la palabra alemana *null* (cero).

Hacia el 1200 Europa importa este símbolo de la cultura hindú en versión doméstica de los árabes españoles.

<sup>5</sup> Según Jesús Bescos, la partida doble surge como solución al problema de tener que restar sin utilizar números negativos, ya que se les ocurrió situar los valores que sumaban a la izquierda y los que restaban a la derecha.

*relacioni universali* de Botero (1540-1617). En Francia, entre otros, destacamos a Pasquier (1529-1615) en *Recherches de la France* y a P. d'Avity (1573-1635) en *Les États, Empires et principautés du monde*. En Alemania, S. Münster publica su obra *Cosmografía*, en la que realiza trabajos estadísticos con un enfoque similar a los autores anteriores.

En el siglo XVII los matemáticos abandonan la visión estática, constante, de la realidad, pasando a elaborar nuevos procedimientos y metodologías cuya finalidad es analizar magnitudes variables. Una consecuencia de este cambio de mentalidad son los innumerables diseños de mecánica práctica desarrollados por los matemáticos de los siglos XVII y XVIII: máquinas hidráulicas, grúas, taladradoras para la construcción de túneles, ruedas de paletas que proporcionan movilidad a los barcos, etc.. En el último tercio del siglo XVIII existen múltiples máquinas herramienta para ser utilizadas en las fábricas en sustitución de los trabajadores manuales, si a esto le añadimos el uso de la máquina de vapor como fuerza motriz, es lógico imaginar la desaparición paulatina de la pequeña producción artesanal durante la Revolución Industrial en Inglaterra, proceso que se extendiese posteriormente a Francia y Europa Occidental. En Alemania y los Estados Unidos ocurrirá en la década de los años 30 del siglo siguiente.

En 1604 Galileo descubre la ley del movimiento de caída libre, en 1609 Kepler publica *Astronomia nova* que incluye las dos primeras leyes del movimiento de los planetas, en 1638 Galileo publica sus *Discorsi* ... que es la primera exposición de una ciencia de la dinámica, Huygens descubre en 1655 la estructura de los anillos de Saturno y en 1656 construye el reloj de péndulo. Pero es en 1687 con la aparición de los *Philosophiae naturalis principia mathematica* (Principios matemáticos de la filosofía natural) de Newton, cuando se especifican los fundamentos teóricos comunes de todas estas cuestiones parciales de la dinámica. De todas formas, Newton no se resistió a utilizar ideas teóricas de la

probabilidad aplicadas a la historiografía y en el cálculo de errores, incluso alrededor de 1665 escribe un manuscrito no publicado donde analiza probabilidades geométricas.

Las teorías mercantilistas de Colbert, Vauban, Buffon, Condorcet ... van a tener una gran influencia en los argumentos estadísticos utilizados por la Escuela Alemana y la Escuela Inglesa.

Existen dos planteamientos en la Escuela Alemana, el primero es fundamentalmente descriptivo, dejando en un segundo plano lo numérico, es la metodología de los estadísticos universitarios<sup>6</sup> que fue fundada por el profesor de política y geografía en Jena Hermann Conring (1606-1681), después continuada por Vito de Seckendorff (1626-1692) y el discípulo de Conring, Gottfried Achenwall (1719-1772), que para algunos historiadores es el primero en utilizar el término Estadística, porque lo incorpora en su obra *Staatsverfassung der heutigen vornehmsten europäis Reiche und Völker im Grundrisse* (Elementos de la estadística de los Estados de Europa), publicada en 1749; aunque indagaciones posteriores han hallado que el término Estadística fue empleado antes por Schmeitzel, en su trabajo *Collegium politico statisticum* de 1747.

Para Achenwall la Estadística es: «la descripción de la compleja totalidad de los hechos que se refieren al Estado»<sup>7</sup>. Análogo punto de vista es el que siguen sus sucesores A. L. Schlözer (1735-1809), Anton Friedrich Busching (1724-1793) y Crome (1753-1833), quienes consiguieron un mayor grado de cuantificación en sus trabajos de Estadística, pese a la inaccesibilidad de los datos que querían obtener.

---

<sup>6</sup> Los estadísticos universitarios elaboraron reseñas históricas, económicas, geográficas, meteorológicas y militares.

<sup>7</sup> Vid. WESTERGAAD, H. (1932). *Contributions to the history of statistics*. London: P. S. King. Pág. 8.

Schlozer considera que la Estadística es una historia estacionaria mientras que la Historia es una estadística continuada. Büsching propone un método para comparar estadísticas de diferentes países estableciendo un paralelismo entre las circunstancias de cada uno de ellos, método que consigue superar la concepción etnográfica mantenida por la Estadística hasta ese momento. Crome introduce la realización de gráficos, con la finalidad de conseguir una mejor comprensión de las estadísticas, en su obra *Geographischstatische Darstellung der staats Kräfte*, que fue publicada en 1820, y calcula índices de los datos que describen fenómenos sociales, tales como matrimonios, nacimientos y defunciones, información que estaba reflejada en los libros parroquiales.

El otro planteamiento de la Escuela Alemana comienza en el siglo XVIII, es de carácter cuantitativo y llega a Alemania heredado de los aritméticos políticos ingleses de la mano de Johann Peter Süssmilch (1707-1767) que es el investigador no gubernamental más importante en la Alemania de ese siglo. Los datos estadísticos por él recopilados se publican en tres ediciones (1741, 1747 y póstumamente en 1775-6), con el nombre de *Orden Divino*. En esta obra efectúa un estudio detallado del número de nacimientos, muertes, nivel de salud, expectativas de vida y proporción de hombres y mujeres, logrando la información en los registros de las parroquias y en las estadísticas de mortalidad, al igual que lo hacía el inglés Graunt.

Süssmilch fue capaz de predecir con acierto las tasas prusianas de nacimientos desde la primera publicación de su obra hasta 1800. La tasa de casamientos y la edad de casarse dependían de la posibilidad de obtener tierras para cultivar y esto condicionaba el grado de fecundidad. El inconveniente de este modelo es que requería que la inmigración, la emigración y las transformaciones de las técnicas agrícolas fueran mínimas.

La Escuela Aritmético-Política inglesa surge en el siglo XVII con la finalidad de describir numéricamente las riquezas, la población, el comercio, la industria y las finanzas de los estados. Esta escuela inaugura una forma de análisis estadístico similar a la utilizada hoy en día, esto es, sus representantes superan la fase meramente descriptiva y pasan a interpretar las permanencias que se deducen de los datos, con la finalidad de conseguir leyes generales y a partir de ellas realizar previsiones sobre su evolución futura.

En Inglaterra nació el seguro de buques y de comercio; también, surgieron otras clases de seguros contra las contingencias de la vida o de la enfermedad. Inicialmente, no lograron buenos resultados en el campo de los seguros sobre personas por lo fragmentada que estaba la información disponible, aunque si tuvieron un gran éxito con los estudios sobre demografía.

Uno de los miembros más destacados de la escuela inglesa es John Graunt (1620-1674), que basándose en los registros de nacimientos y defunciones de Londres consigue establecer una estimación del número de habitantes de esta ciudad y su distribución según sexo y edad, también realiza una clasificación por sexo y causa de la muerte, efectúa predicciones respecto del porcentaje de niños menores de seis años que podían morir en las sucesivas plagas que estaban asolando Londres, elabora tasas de mortalidad y constata que pese a estas plagas Londres incrementa su número de habitantes.

Es el comerciante de paños John Graunt el primero en presentar los datos mediante tablas resumen, estimar los parámetros relevantes, buscar la existencia de conexiones entre los diferentes fenómenos observados y hacer predicciones extrapolando los resultados conseguidos. Nace con él una rama de la Estadística dedicada al estudio de las tablas de

mortalidad que tendrá como continuadores a Halley, Euler, de Witt, Malthus, etc.

El continuador de la labor de Graunt en Inglaterra es su amigo el médico, economista, político y militar William Petty (1623-1687) que defiende propuestas económicas opuestas a las de los mercantilistas, llegando a establecer una doctrina de precios según el esfuerzo realizado en la producción, es también autor del famoso libro *Political Arithmetic*, publicado en 1690 cuando ya había fallecido. La obra de Petty tuvo una gran repercusión en su época, porque fue capaz de obtener resultados fiables como, por ejemplo, cuando recurre a los censos de casas efectuados en Londres, Dublin y Bristol, para calcular el número de habitantes de estas ciudades, suponiendo que en el diez por ciento de las casas viven dos familias, mientras que en el noventa por ciento restante sólo vive una familia. Es interesante destacar que consigue resultados similares al aplicar tasas de mortalidad. Según Schumpeter: «era uno de esos teóricos para los cuales la ciencia es medición; uno de esos teóricos que forjan instrumentos analíticos adecuados para manejar hechos numéricos».<sup>8</sup>

Otro destacado miembro de la Escuela Inglesa es el matemático y astrónomo Edmund Halley (1656-1742), debido a que su tabla de mortalidad, basada en los datos del Registro Civil de la ciudad de Breslau, es un antecedente de lo que hoy en día es la actividad actuarial en el campo del seguro. En su época, estos seguros permitieron una mejora importante en las transacciones económicas por la posibilidad de realizar contratos de viaje y seguros de vida.

---

\* Vid. SCHUMPETER, J. (1971). *Historia del análisis económico*. Barcelona: Ariel. Pág. 254.

Las anualidades y las rentas han sido, a lo largo de la historia, la forma más frecuente de financiar los déficits de los Estados, porque los gobiernos vendían la seguridad de recibir las anualidades a cambio de dinero en efectivo y, además la usura, no era un negocio apropiado de un Estado. Hay que remontarse hasta Ulpiano, jurista romano del siglo III, para encontrar una tabla de rentas, según la cual a los 20 años había que pagar el equivalente a 30.000 pesetas por cada 1.000 que quisiéramos obtener del Estado, de por vida; mientras que a los 60 años bastaba con pagar 7.000 pesetas para lograr 1.000 pesetas de por vida.

El primer intento de aplicar métodos actuariales en la obtención de precios justos para las anualidades, fue presentado por John de Witt (1625-1672) a los Estados Generales de Holanda y Friesland Occidental en 1671. Los dirigentes de la República Holandesa consideraron que los datos sobre mortandad podían ser utilizados como una guía para colocar deuda pública con rentas vitalicias. Además del efecto de la inflación, consideraban dos factores que determinaban la tasa justa de las rentas, la curva de mortalidad de la parte de la población que las compra y la tasa de interés en préstamos a largo plazo. Las estadísticas de mortalidad consiguieron que surgiera la idea de ley de mortalidad.

A finales del siglo XVIII la descripción estadística de los hechos se desplaza de los investigadores a la Administración, dando lugar a una proliferación de oficinas y organismos oficiales encargados de elaborar estadísticas. El químico y ministro del Interior francés Jean Antoine Chaptal (1756-1832), publica en 1801 el primer censo moderno de población y elabora una evaluación de la superficie de tierra cultivada en Francia. Durante el siglo XIX se desarrollan métodos de selección y depuración de datos; también, surgen nuevas técnicas descriptivas como, por ejemplo, los análisis de series temporales aplicados a problemas económicos del astrónomo William Herschel (1738-1822) y del economista William Jevons (1835-1882); así como la obtención de números

índices por Etienne Laspeyres (1834-1913), Hermann Paasche (1851-1925), Francis Edgeworth (1845-1926) e Irving Fisher (1867-1947).

La universidad de Cambridge incorpora una nueva facultad a mediados del siglo XIX, la Facultad de Ciencias Morales, que abarcaba el estudio de la economía, la política, la psicología, la metafísica y la ética. Esta división se basaba en la realizada por el filósofo y fisiócrata Condorcet, que delimitó la ciencia moral en dos partes, por un lado, entendida como historia, y por otro, como matemática social (teoría de la elección racional, análisis de costes y beneficios, economía aplicada, etc.), donde muestra un gran interés en usar modelos estadísticos.

También en España se recogen datos estadísticos. Destacan los censos elaborados por los árabes, en tiempos de Al-Hakam II, califa entre 961 y 976, y de 'Abd al-Mu'min, cuyo califato tuvo lugar entre 1130 y 1163. En el siglo XIV en las Cortes de Alcalá (1348) se habla de padrones, empadronadores y datos de los rebaños. Alonso de Quintanilla fue el encargado, en 1482, del recuento de *fuegos* (hogares) para el reino de Castilla. Durante el reinado de Felipe II cabe destacar las «Relaciones Topográficas» de la Península y las Indias, para el conocimiento de las tierras. Importantes fueron los recuentos de población elaborados en el siglo XVIII, entre los que hemos de destacar el de Gerónimo de Uztariz<sup>9</sup> (1670-1732) debido a su afán de rigor y exactitud científicos, Uztariz corrigió el Vecindario de Campoflorido (1712-1717). También el Catastro del Marqués de la Ensenada de 1752 contiene datos estadísticos de gran importancia para la Corona de Castilla. Entre los censos de fines del siglo XVIII y el de 1857, no hay ninguno verdaderamente fiable. A partir de esta fecha los censos se elaboran con una cierta regularidad y seriedad.

---

<sup>9</sup> Uztariz fue un estadístico sin él saberlo, ya que consigue superar la terminología de *muchos* y *pocos* utilizada en su tiempo.

### III. EL CÁLCULO DE PROBABILIDADES

La evolución de la Estadística se desdobra en dos caminos, el que acabamos de comentar que elabora estadísticas y el que tiene como objetivo impulsar los avances en el cálculo de probabilidades, ambos mantienen contactos esporádicos en los siglos XVIII y XIX, pero no se fusionan hasta el siglo XX, a partir de los trabajos de Galton.

Antes que la Estadística adquiriera carácter de ciencia independiente es necesario que los científicos incorporen la aleatoriedad entre sus objetivos de investigación, y esto ocurre a finales del siglo XV cuando se descubren principios lógicos que permiten analizar las conexiones existentes entre las posibilidades favorables y las desfavorables de los participantes en juegos de azar.

Los historiadores no se ponen de acuerdo en determinar el momento a partir del cual surge la teoría moderna de la probabilidad. Algunos, consideran que el descubrimiento de la probabilidad se debe a los italianos Luca Pacioli (1445-1509), Niccolo Fontana, de sobrenom-

bre Tartaglia (alrededor de 1500-1557), Gerolamo Cardano (1501-1576) y Galileo Galilei (1564-1642); porque escriben pequeños opúsculos en los que se exponen y resuelven diversos problemas planteados por los participantes en juegos de azar, sobre todo de juegos con dados. Pero estos intentos iniciales pretendían obtener la solución de problemas concretos, no una definición formal o una teoría de la probabilidad.

Pacioli publica en 1494, en Venecia, *Summa Arithmetica, Geometría, Proportioni et Proportionalitá*, libro famoso por ser el origen de la partida de doble entrada, donde, además, analiza el reparto de una apuesta entre dos jugadores cuando se interrumpe la partida antes de que ninguno de los dos consiga la puntuación acordada al comenzar el juego.

Cardano escribe el primer libro sobre juegos de azar *De ludo aleae*, alrededor del año 1550, pero no lo publica hasta 1663 y en él aparece ya una referencia explícita al número de alternativas iguales, basadas en la abstracción de un dado ideal; también esboza la ley de los grandes números: «en una larga sucesión el número de ocurrencias de un suceso en  $n$  ensayos independientes es aproximadamente igual a  $\mathcal{E} = np$ , donde  $p$  es la probabilidad constante de ocurrencia de ese suceso».<sup>10</sup>

Galileo resuelve un problema de lanzamiento de tres dados para el duque de Toscana y analiza la problemática de estimar los errores de observación relativos a sus investigaciones astronómicas, llegando a las siguientes conclusiones: «los errores en las mediciones son inevitables, que los errores están simétricamente distribuidos, que la probabilidad del error crece según disminuye el tamaño del error y que la mayoría de las observaciones se agrupan alrededor del verdadero valor».<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> Vid. SHEYNIN, O. B. (1952). *On the early history of the law of large numbers*. London: Pearson-Kendall. Pág.. 231.

<sup>11</sup> Vid. MAISTROV, L. E. (1974). *Probability theory. A historical sketch*. New York: Academic Press. Pág. 33.

La mayoría de los historiadores, consideran que la teoría moderna de la probabilidad comienza en 1654 con la carta que el noble francés Antoine Gombault (1610-1685), Caballero de Méré, dirigió al Blaise Pascal (1623-1662), en la que le preguntaba por la solución de diferentes problemas relacionados con los juegos de azar, lo que sirve para trasladar la atención de Pascal hacia el desarrollo de la probabilidad. Durante este mismo año 1654, Pascal establece una correspondencia epistolar con Pierre de Fermat (1601-1655) con la finalidad de contrastar las ideas que se le van ocurriendo sobre los fundamentos del cálculo de probabilidades y aunque ninguno de los dos publicó nada de lo que iban consiguiendo, conocemos sus hallazgos gracias a que se conservan casi todas las cartas que se intercambiaron. Con estas cartas comienza el desarrollo del cálculo de probabilidades como una disciplina matemática independiente.

Pascal elaboró un modelo de conducta decisional que intenta expresar la estructura de la conducta humana. Para lograrlo vincula la probabilidad con la elección aleatoria a través de la elaboración de apuestas, ya que en ellas se contemplan conjuntamente la estimación de lo que se juega y las diversas perspectivas con las que se enfrenta al decisor. Además, recurre al concepto de esperanza matemática por ser una función que asigna un valor numérico a cada alternativa, especificando con él las preferencias de los individuos.

El físico, matemático y astrónomo holandés Christian Huygens (1629-1695) tuvo conocimiento de la correspondencia de Pascal cuando fue a París en 1655. Con esta base publica el primer manual sobre la probabilidad, el opúsculo titulado *De Ratiociniis in ludo aleae* (Sobre cálculos en el juego de los dados) de 1656, en donde, además de sistematizar el cálculo de probabilidades, describe el concepto de esperanza matemática como una generalización de la media aritmética y aplica la teoría de la probabilidad a la construcción de tablas de mortalidad, rentas

vitalicias, etc.. Huygens afirmaba que él no se ocupaba solamente de juegos, sino que proponía los fundamentos de una teoría nueva, profunda y altamente interesante.

Finalmente, tenemos la opinión sobre el origen de la probabilidad que defienden Gnedenko y Kolmogorov: «los cálculos aritméticos fundamentales sobre probabilidades referentes a los juegos de azar, en los trabajos de Pascal y Fermat, pueden considerarse solamente como la prehistoria de la teoría de la probabilidad, mientras que su propia historia comienza con los teoremas límites de Bernouilli (1713) y de Moivre (1730)».<sup>12</sup>

Los primeros escritos de Jacques Bernouilli (1654-1705), fechados en 1685, están fuertemente influenciados por Huygens, revelándose más tarde como un gran pensador en su obra *Ars Conjectandi*, publicada en 1713 por su sobrino Nicolás cuando Bernouilli ya había fallecido. Esta obra está dividida en cuatro partes, la primera, reproduce los trabajos de Huygens con la incorporación de algunos comentarios propios, define y obtiene la función de cuantía para un esquema dicotómico con  $n$  repeticiones, distribución que posteriormente se denominará binomial o de Bernouilli. En la segunda, explica conceptos de combinatoria relativos a combinaciones y permutaciones, insistiendo en su aplicación al cálculo de probabilidades. En la tercera, estudia el problema de la duración de los juegos de azar, relatando veinticuatro problemas con sus soluciones. Finalmente, en la cuarta, la más brillante, formula y demuestra de forma rigurosa un teorema límite de la probabilidad, el que hoy conocemos como teorema de Bernouilli; además es el que introduce la denominación *subjetiva* para referirse a la probabilidad, pero con un significado diferente al que se utiliza hoy en día. También en esta última

---

<sup>12</sup> Vid. GNEDENCO, B. V. y KOLMOGOROV, A. N. (1954). *Limit distribution for sums of independent random variables*. New York: Eddison Wesley Reading. Pág. 1.

parte, intenta aplicar el concepto de probabilidad matemática al análisis de fenómenos políticos, económicos y morales.

J. Bernouilli, en la última parte de *Ars Conjectandi*, afirma que: «Similarmente, para una comparación dada del aire, masas dadas, posiciones, direcciones y velocidad de los vientos, niebla y nubes, y también la ley de la mecánica que gobierna todas sus interacciones, el tiempo para mañana no será diferente de la forma que se esperaría que fuera actualmente. Así estos fenómenos aparecen con no menor regularidad que los eclipses de los cuerpos celestes. Sin embargo, se considera como práctica usual el considerar un eclipse como evento regular, mientras que la caída de un dado o el tiempo de mañana se suponen eventos de azar. La razón para esto no es exclusivamente que estas acciones que suceden en la naturaleza no son suficientemente conocidas. Y aunque fueran conocidas, nuestros conocimientos matemáticos y físicos no están lo suficientemente desarrollados, ya que, producidos por causas iniciales, no podemos calcular estos fenómenos, mientras que los eclipses, por los principios absolutos de la astronomía, pueden ser calculados y predichos ... El azar depende principalmente de nuestros conocimientos».<sup>13</sup>

Según Charles Gouraud, Bernouilli establece los argumentos filosóficos de la teoría del azar en los dos últimos capítulos de su libro: «Bernouilli considera el conocimiento como una cantidad, la certeza como una cantidad entera, y la probabilidad como una de sus fracciones. Esta fracción es susceptible, como las fracciones numéricas ordinarias, de hacerse infinitamente grande o infinitamente pequeña. Cuando es infinitamente grande, se confunde con la cantidad entera o certeza; si es infinitamente pequeña, se desvanece en la nada, y no es más para la inteligencia que la expresión matemática de lo imposible. Sus diferentes

---

<sup>13</sup> Cita tomada de MAISTROV, L. E. Op. Cit. Pág. 54.

valores entre este doble infinito, expresan todos los estados imaginables del conocimiento, desde la más alta probabilidad hasta la más baja: todas ellas son una proporción de la cantidad entera o certeza que juega, en esta numeración singular, el papel de la unidad».<sup>14</sup>

El teorema de Bernouilli parte de la existencia de una probabilidad constante  $p$  de éxito sobre cualquier ensayo dado y demuestra lo que actualmente denominamos ley débil de los grandes números: Si se realizan  $n$  ensayos y se observa la proporción  $S_n$  de éxitos, la probabilidad de que  $p - S_n < \epsilon$  tiende a la unidad cuando  $n$  crece indefinidamente. El teorema va más lejos todavía, fijada una cota de error  $\epsilon$  dada, podemos calcular el número exacto de ensayos tal que la probabilidad de que  $S_n$  pertenezca al intervalo  $p \pm \epsilon$  sea superior a un valor prefijado  $1 - \epsilon$ .

Ian Hacking analiza el uso que hace Bernouilli del termino subjetivo aplicado a la probabilidad: «Bernouilli, indudablemente, importó la palabra «subjetivo» a la teoría de la probabilidad, pero actualmente dicha palabra, en este contexto, se ha hecho equívoca. Diversas teorías modernas de la probabilidad han sido llamadas subjetivas ... el subjetivismo más extremo es el de Bruno de Finetti. L. J. Savage lo ha denominado certeramente «personalismo». Están luego, las teorías de la probabilidad lógica o inductiva desarrolladas por J. M. Keynes y otros, que, aunque insisten en una medida de objetividad, son denominadas «subjetivas» por sus detractores. Tercero, existe todavía otro concepto de subjetividad, corriente entre muchos de los filósofos actuales de la física cuántica ... el subjetivismo de Bernouilli es menos parecido al punto de vista personalista o lógico, y más parecido al de los físicos»<sup>15</sup> ... «las

---

<sup>14</sup> Vid. GOURAUD, Charles. (1848). *Histoire du calcul des probabilités*. Paris: Libraire d'Auguste Durand. Pág. 25-26.

<sup>15</sup> Vid. HACKING, Ian. (1995). *El surgimiento de la probabilidad*. Barcelona: Gedisa. Pág. 181-182.

probabilidades de Bernouilli no son grados de creencia sino grados de certeza». <sup>16</sup>

La obra de Pierre de Montmort (1678-1719) se titula *Essai d'analyse sur les jeux de hazard*, cuya primera edición es de 1708, cinco años antes que la obra de Bernouilli. En 1714 publica una segunda edición mucho más amplia, que divide en cuatro partes, en la primera se refiere a la teoría de la combinatoria, en la segunda y tercera razona sobre diferentes aspectos de los juegos de azar con naipes y dados, la cuarta contiene la solución de varios problemas relacionados con la probabilidad derivados de los cinco casos propuestos por Huygens. Aunque no estaba todavía publicado, Montmort conocía lo escrito por Bernouilli a través de los resúmenes de Fontenelle y Saurin.

Abraham de Moivre (1667-1754) publica *De mensura sortis* en 1711, y en 1718 edita *La doctrine del azar*, donde a lo largo de las diferentes ediciones explica el teorema de la probabilidad compuesta, introduce la idea de independencia estadística, especifica el concepto de función generadora de probabilidades y realiza la aproximación de la distribución binomial a la normal, primero cuando  $p$  vale  $\frac{1}{2}$  y posteriormente para cualquier otro valor. El planteamiento determinista de la mecánica dinámica de Galileo y Newton es superado por De Moivre y Süßmilch mediante una teoría de la fluctuación que considera que las magnitudes son aleatorias.

Otros trabajos que contribuyen a que se desarrolle la probabilidad son los del matemático inglés Thomas Simpson (1710-1761) que en 1740 publica *The Nature and Laws of Chance* y en 1742 *The Doctrine of Annuities and Reversions*, aparte de un artículo sobre la justificación

---

<sup>16</sup> Ibidem. Pág.188.

probabilística de utilizar la media aritmética en los análisis de datos. Aunque Simpson es conocido por sus aportaciones al análisis matemático, escribió un tratado sobre cálculo diferencial y es el primero en investigar las distribuciones de probabilidad continuas.

A lo largo de los siglos XVII y XVIII se producen otros avances en el desarrollo de la probabilidad que completan lo conseguido hasta ese momento; sin ser exhaustivos, podemos destacar las aportaciones de Gottfried Leibniz (1646-1716), John Bernoulli (1667-1748), Nicolás Bernoulli (1687-1759), Daniel Bernoulli (1700-1782) precursor del concepto de utilidad en su famoso trabajo de 1738 en el que planteaba la solución del problema conocido como la paradoja de San Petersburgo, Leonard Euler (1707-1783), Georges Louis Leclerc, conde de Buffon, (1707-1788) y Jean le Rond d'Alembert (1717-1783).

Euler es el impulsor de los estudios de demografía matemática, siendo el que incorpora los conceptos de esperanza de vida y de orden de extinción. También, contribuyó con sus aportaciones a la organización de loterías en la Europa occidental de mediados del siglo XVIII, como podemos ver en su correspondencia con el rey Federico el Grande, en su memoria *Sur la probabilité des séquences dans la lotterie Génoise*, o en sus trabajos *Reflections of a special type of lottery, the so-called Génoise lottery* y *Solution d'une question très difficile dans le calcul des probabilités*.

Daniel Bernoulli estudió la estimación de los errores cometidos en la observación, llegando a la conclusión de que la media aritmética sólo puede aplicarse si los errores son equiprobables, aunque no tenía muy claro que se debiera asignar la misma ponderación a los errores. En sustitución de la media aritmética propone utilizar una estimación que posteriormente se va a conocer con el nombre de máxima verosimilitud. Además, en su obra *De usu algorithmi infinitesimalis in arte conjectandi*

*specimen*, utiliza por primera vez el cálculo diferencial en la teoría de la probabilidad.

El matemático inglés R. Thomas Bayes (1702-1761) expone sus teorías sobre la probabilidad en las memorias publicadas en 1763 en *Philosophical Transactions of the Royal Society* con el título *An Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances*. Este ensayo está dividido en dos secciones, en la primera incorpora definiciones, teoremas y corolarios sobre la probabilidad, mientras que en la segunda describe un modelo, el lanzamiento de una bola en un cuadrado, que le permite expresar dos lemas y el teorema que hoy denominamos de Bayes y que él mismo demuestra al final de la sección.

Bayes continúa los trabajos de Jacques Bernouilli, obteniendo la fórmula de la probabilidad inversa en base a probabilidades de causas desconocidas y determina la probabilidad de que la probabilidad de un suceso esté comprendida entre unos límites prefijados. Con Bayes comienza la inferencia Estadística.

Los matemáticos de los siglos XVIII y XIX se dieron cuenta que las leyes newtonianas se podían aplicar también a las personas, lo que posibilitó la obtención de leyes estadísticas. Estas leyes empezaron basándose en las regularidades encontradas en las cifras públicas, que se habían obtenido y no publicado por las burocracias europeas durante el siglo XVIII, mientras que sí fueron publicadas las recogidas durante el siglo XIX.

El filósofo, matemático y economista francés Marie Jean Antoine Nicolas de Caritat, marqués de Condorcet (1743-1794) publica en 1785 *Essai sur l'application de l'analyse à la probabilité des décisions rendues à la pluralité des voix*, que es un ensayo en el que estudia la denominada paradoja del voto que posteriormente tendrá una gran influencia en el

desarrollo de la teoría de la elección social. Condorcet es el primero que refleja la estructura de los fenómenos mediante la elaboración de modelos abstractos, que en su caso, representaban el comportamiento de un colectivo de votantes.

La precisión de los métodos analíticos de Pierre Simon Laplace (1749-1827) hace que sea considerado el creador del cálculo de probabilidades. Su nombre aparece vinculado a aportaciones tan importantes como la definición clásica de la probabilidad, el concepto de probabilidad inversa implícito en el teorema de Bayes, las funciones generatrices, o la generalización del teorema diseñado por de Moivre para cualquier valor de  $p$ , así como sus contribuciones a las leyes de error o a la demografía. Sus obras *Théorie analytique des probabilités* publicada en 1812 (la segunda edición es de 1820) y *Essai philosophique sur les probabilités* de 1814, señalan un momento crucial en la historia de la Estadística.

Laplace consigue una exposición más sencilla de los problemas del reparto de apuestas y de la teoría bayesiana, demuestra tanto el teorema central del límite, recurriendo a la función característica, como el método de los mínimos cuadrados que Legendre y Gauss habían expuesto sólo de forma empírica. Emplea como estimador la mediana muestral en lugar de la media, siendo un antecedente de los estadísticos ordenados. Plantea el problema de la regresión múltiple, usando como criterio de estimación el minimizar las desviaciones absolutas. Por último, diremos que analiza la distribución conjunta de los estimadores, concepto que posteriormente Ronald A. Fisher emplea para definir la suficiencia de un estimador.

La *Théorie analytique des probabilités* resume las conclusiones de los trabajos anteriores a él, pero el *Essai philosophique sur les probabilités* representa la apuesta por su evolución futura, así para

Gouraud: «En sus amplios estudios sobre los antecedentes de la teoría del azar, Laplace había estado preocupado sobre todo por dos cosas, la indispensable necesidad que tiene esta teoría de salir del dominio exclusivo de la metafísica y del álgebra para encontrar los materiales que alimentan su uso, y por consiguiente, de la importancia extrema que él le adjudicaba a ella de hacerse accesible y comunicable, con el fin que los filósofos que cultivan las diferentes ciencias que ella pretendía invadir, economía civil, política y social, legislación, jurisprudencia, lógica, historia y las restantes, lleguen a comprender la flexibilidad y entender los usos del análisis, trabajando cada uno en abrirle la entrada a sus estudios».<sup>17</sup>

La Escuela de Minas de París mandó en 1829 al ingeniero Frédéric Le Play (1806-1882) a estudiar las minas de plata de Hartz. Le Play seleccionaba la familia más representativa de cada zona, para colaborar en la obtención de un *presupuesto hogareño*, basándose en las opiniones de los capataces, obreros, maestros de escuela, clérigos y jefes de distrito. A continuación, describía la localización de la casa, así como la historia de la familia, rango social, religión, hábitos relacionados con la salud, vestuario utilizado, estado de la vivienda y momentos de ocio. A estos datos les añadía una descripción de las manufacturas y estado de la agricultura en la región. En segundo lugar, especificaba la *monographie* o presupuestos domésticos que representaban lo que ahora denominamos cesta de la compra. Finalmente, incluía unas reflexiones sociales y morales sobre las causas que influían directamente y, por tanto, condicionaban el estado en que se encontraba cada familia seleccionada.

Le Play pensaba que los registros anuales de los ingresos y gastos de una familia representativa de una región, no sólo suministraba

---

<sup>17</sup> Vid. GOURAUD, Charles. *Op. cit.* Pág. 118.

una información completa de la vida de esa familia, sino que, además, indicaba el nivel de vida real de la región. En esta línea de pensamiento se encuentra Ernst Engel (1821-1896), quién en 1857 afirmó que el promedio estadístico obtenido de los presupuestos familiares puede ser considerado una medida de la prosperidad de una clase social o de una nación.

Engel suponía que la proporción de gastos destinados a alimentación constituía la mejor manera de medir el nivel material de vida de la población. Lo que le llevó a estudiar durante cuarenta años la evolución de la prosperidad en Bélgica. Es, autor de una tautología conocida como ley de Engel, en la que establece que cuanto más pobre es un individuo, una familia o una nación, mayor debe ser el porcentaje de los ingresos destinado a cubrir las necesidades vitales y de ese porcentaje la proporción mayor debe asignarse a la alimentación.

En el periodo histórico que comprende desde finales del siglo XVIII a principios del XIX hay que citar los trabajos de Adrien Legendre (1752-1833) y Carl Friedrich Gauss (1777-1855). Legendre en su obra *Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes* publicada en 1805, plantea el modelo de regresión lineal y la estimación de los coeficientes desconocidos mediante el método de los mínimos cuadrados, con la finalidad de minimizar los errores residuales.

Gauss tiene un planteamiento similar a Legendre pero incorpora la probabilidad con más intensidad que él, lo que le lleva a relacionar los errores de observación con la ley normal y a ampliar las posibilidades de aplicación del método de los mínimos cuadrados. Descubre junto a Laplace la primera y más importante distribución de probabilidad de carácter continuo, la ley normal.

Gauss publicó en 1809 *Theoria motus corporum coelestium*, donde expresa la distribución de probabilidad de los errores y demuestra que si suponemos que las desviaciones respecto a la verdadera magnitud son

producidas por un gran número de hipotéticos errores elementales, actuando independientemente los unos de los otros, puede deducirse una ley de distribución de los valores medios y estimarse el verdadero valor desconocido. Es el precursor de la teoría de la estimación, pues desarrolla el modelo de ajuste lineal y demuestra que aún prescindiendo de la hipótesis de normalidad, el método de los mínimos cuadrados proporciona estimadores con varianza mínima.

En 1810 publica *Disquisitio palladis*, obra en la que aparece el algoritmo de cálculo para la estimación de los parámetros y en 1820 *Theoria combinationis observationum erroribus minimis obnoxiae* donde expone, entre otras cosas, la fórmula para determinar la suma de cuadrados de los residuos, el cálculo de la esperanza matemática de la suma de cuadrados de los residuos, una expresión de la varianza de la estimación de la varianza poblacional, la distribución en el muestreo de la media muestral en el caso de poblaciones normales y un método para añadir parámetros al modelo sin tener que repetir otra vez todos los cálculos.

La aportación más importante al cálculo de probabilidades durante el siglo XIX se debe al matemático y físico francés Siméon Denis Poisson (1781-1840), siendo su obra fundamental dentro del campo probabilístico *Recherches sur la probabilité des jugements en matière criminelle et en matière civile*: «Las cosas de toda índole están sujetas a una ley universal que podemos llamar la ley de los grandes números. Consiste en lo siguiente, si observa uno un número considerablemente grande de sucesos de la misma clase, que dependen de causas que varían irregularmente, es decir, sin ninguna variación sistemática en una dirección, se comprueba que las proporciones entre los números de los sucesos son aproximadamente constantes».<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> POISSON, S.D. (1835). *Recherches sur la probabilité des jugements principalement en matière criminelle et en matière civile*, en Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. n° 1. Paris, 16 de noviembre de 1835. pág. 478.

Esta obra de Poisson comienza resumiendo las aportaciones de Laplace; también, contiene la ley de los grandes números cuando la probabilidad de éxito del suceso no es la misma en cada uno de los ensayos. En ella Poisson realiza una extensión del teorema de Bernoulli, en base a la cual obtiene la distribución de probabilidad que posteriormente se denominó de los sucesos raros, debido a que Bortkiewicz consigue aplicarla en análisis de sucesos poco probables, tales como, en las muertes producidas por coz de caballo en el ejército prusiano, en el estudio de los nacimientos múltiples...

Según Poisson, cada viaje a Inglaterra es diferente, en uno aparece un tifón, en otro el capitán del barco es un incompetente y en otro atacan los piratas. No hay una causa constante que actúe sobre los marineros, pero los efectos si son constantes, ya que se da una proporción constante de naufragios. Viendo los resultados que se producen en la realidad económica a posteriori, Poisson propuso que también a priori habría esperar estabilidad estadística, cuando se considera una secuencia de muchos hechos. Cada uno de los hechos va a estar determinado por sus propias causas en la medida que exista una ley de distribución de probabilidad de las causas.

Ian Hacking considera que Poisson: «pensaba en dos cosas diferentes al acuñar su atractiva expresión «ley de los grandes números»; pensaba en un fenómeno empírico y en un teorema matemático ... Por un lado, la experiencia verificaría los hechos y, por otro, la matemática demostraría esos mismos hechos. A Poisson no le importaban las distinciones entre lo analítico y lo sintético, entre el «a priori» y el «a posteriori», entre lo necesario y lo contingente. Los hechos son hechos.

De manera que concebía la ley de los grandes números como un hecho de la experiencia que nunca yerra».<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Vid. HACKING, Ian. (1995). *La domesticación del azar*. Barcelona: Gedisa. Pág. 152-153.

El matemático y sociólogo belga Adolphe Quetelet (1796-1874) publicó en 1846, *Lettres à S.A.R. le Duc Régnant de Saxe-Coburg et Gotha sur la théorie des probabilités appliquées aux sciences morales et politiques*. Analizó lo que denomina hombre «medio», en una serie de obras publicadas a partir de 1830, fundamentalmente en su *Essai de physique sociale*, de 1835. Al hablar de *hombre medio* Quetelet se refiere a las características de un pueblo o de una nación, transformando la teoría de medir cantidades físicas en la teoría de medir propiedades ideales o abstractas de una población. Quetelet aplicó la distribución normal a fenómenos biológicos y sociales, por eso, afirmaba en 1844 que una gran cantidad de rasgos humanos presentan una curva gráfica o distribución similar a la estudiada por Gauss y Laplace como curva de error.

Quetelet realiza una fusión consciente de la Estadística y la Probabilidad, lo que va a permitir el nacimiento de la Estadística Matemática o Inferencia Estadística. Transforma, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, las leyes estadísticas que describen regularidades observadas en un gran número de casos, en leyes de la naturaleza y la sociedad que son las que se refieren a verdades y causas subyacentes. El valor concreto de la media de la distribución de estaturas de una población, no representa ya una abstracción aritmética de las estaturas, sino un número real que describe objetivamente la población.

Después de los escritos de Quetelet, se consideró durante mucho tiempo que toda distribución empírica era gaussiana o normal, porque eso era lo único que podía ser. Ahora bien, ¿podemos afirmar que todos los sucesos económicos siguen una distribución de este tipo?

El proceso de integración entre las ideas de los teóricos de la probabilidad y los estudiosos de los datos estadísticos comienza en 1889 con la publicación de *Natural Inheritance* de Francis Galton (1822-1911).

Aunque la idea de correlación ya había sido expuesta en 1846 por el astrónomo francés A. Bravais en la presentación de una memoria en el Instituto de Francia, donde analizaba, desde un punto de vista matemático, la ocurrencia simultánea de dos o más errores de medida.

Galton pensaba que la Estadística debía utilizar la Teoría de la Probabilidad para ir más allá de la simple comparación de medias. Además, utilizó la curva de Gauss en los trabajos sobre la distribución de la población, aplicación que resultó novedosa para su época por ser una curva que había surgido del estudio de los errores en las mediciones, fundamentalmente en las observaciones astronómicas.

La importancia de Galton se debe a que es el fundador de la escuela biométrica de investigación estadística, esto es, relaciona la herencia con los conceptos de variación y regresión. De esta forma, contribuye a establecer la conexión entre el conocimiento estadístico y las ciencias experimentales, concretamente con la Biología. Galton «encontró que se producía, en los caracteres de los hijos, una «regresión» hacia los valores de la media de la población, aunque los padres fueran superiores a esa media, relación de «regresión» o «reversión». Por otro, intuitiva y gráficamente -confirmado después matemáticamente- encontró la forma de estudiar la relación posible entre dos variables ... de medir de alguna manera sus posibles influencias recíprocas».<sup>20</sup>

Una aplicación curiosa de la teoría de la correlación de Galton es que pudo minimizar las dificultades que encontraba la policía al tener que atribuir delitos a los criminales, ya que contribuyó de forma decidida a que se implantara el sistema de huellas digitales para identificarlos.

---

<sup>20</sup> ÁLVAREZ PELÁEZ, Raquel. Prólogo de Vid. GALTON, Francis. (1983). *Herencia y eugenesia*. Madrid: Alianza Universidad. Pág. 19.

La teoría de Galton sobre la regresión procede del estudio de la herencia, y aunque sus textos son a veces ingenuos y contienen algunos errores, incluyen un tipo de razonamiento que consigue cambiar la estadística tradicional a base de analizar una gran cantidad de registros eugénicos. El estudio de sucesivas generaciones de una amplia población le lleva a descubrir la ley de regresión de estaturas: «Si esta notable ley de Regresión se hubiera basado solamente en los experimentos con semillas, en los que por primera vez lo observé, se podía muy bien haber dudado de ella hasta que hubiese sido confirmada de alguna manera. Si hubiera sido corroborada por un número relativamente pequeño de observaciones de la estatura humana, se podría esperar cierta vacilación antes de reconocer su verdad, en oposición a la creencia ordinaria de que los niños tienden a parecerse a sus padres. Pero aún se pueden destacar algunos otros aspectos. Se puede demostrar fácilmente que hay que esperar que se produzca la Regresión Filial, y que ésta debe tener un valor correspondiente a alguna parte fraccional constante del valor de la desviación Medio-paternal».<sup>21</sup>

La aparentemente inocente y neutra distribución normal, se va a convertir en un instrumento ideológico muy importante en el siglo XX. Todo se deriva de dos ideas contrapuestas, la defendida por Galton que sentía una gran fascinación por lo excepcional, por los extremos de la distribución, por la dispersión; de ahí que pensase que lo normal estaba representado por un valor medio que debía ser mejorado, ya que indicaba un valor mediocre. La excelencia está en el extremo derecho de la distribución normal cuando analizamos el talento o la virtud de las personas, idea de normalidad que utilizan los psicólogos hoy en día en el test del cociente de inteligencia.

---

<sup>21</sup> Vid. GALTON, Francis. (1988). *Herencia y eugenesia*. Madrid. Alianza Universidad. Pág. 150.

Por el contrario, Emile Durkheim (1858-1917) <sup>22</sup> opinaba que las desviaciones de la norma son patológicas, lo normal es lo correcto, por eso, siempre hay que intentar preservar la situación actual o que se vuelva a ella. Asimismo, hemos visto como Quetelet también estaba interesado por los valores medios.

El concepto de correlación de Galton influyó en que el economista de origen irlando-español Francis Ysidro Edgeworth (1845-1926) escribiera una serie de trabajos sobre temas relacionados con la probabilidad, las medidas de dispersión y situación, la estadística matemática y los números índices y, en general, sobre métodos cuantitativos aplicados a la Economía. La que él denomina «ciencia de la medida» debe dar solución a dos problemas fundamentales, hallar si la diferencia entre dos medias cualesquiera es accidental o sigue una ley, e indicar cual es el mejor tipo de medida que debemos utilizar para determinarlo. Edgeworth investigó junto a Karl Pearson las características de las curvas asimétricas, llegando a especificar medidas basadas en las frecuencias observadas sin necesidad de dibujar las gráficas.

Galton ejerció también una gran influencia en el especialista en biología marina Walter Frank Raphael Weldon (1860-1906), profesor de zoología de Cambridge, quién se dio cuenta que los estudios estadísticos de la variación contribuían más que los estudios embriológicos, a la resolución de los problemas derivados de las teorías evolucionistas de Darwin.

Los estudios de Weldon sobre las tasas diferenciales de mortalidad de las gambas, demostraron que la selección natural podía estar influenciada por variaciones pequeñas de las condiciones medio-ambien-

---

<sup>22</sup> Véase su obra fundamental. DURKHEIM, Emile. (1971). *El suicidio*. Buenos Aires: Schapire Editor.

tales, aunque aparentemente resultaran insignificantes. No era necesario postular grandes saltos o variaciones discontinuas para explicar la evolución. Comienza con él la polémica entre los defensores de las variaciones continuas y los que consideran sólo variaciones discontinuas como mecanismo de evolución, controversia que continua hoy en día.

Wilhelm Lexis (1837-1914) y su discípulo Ladislaus von Bortkiewicz (1868-1931) investigaron los diferentes tipos de dispersión de las frecuencias alrededor de su valor medio, llegando a seleccionar uno que denominaron desviación típica. Presuponen que los valores de la variable fluctúan aleatoriamente en torno a un valor constante siguiendo una ley normal de error.

También, destacan a mediados del siglo XIX: el matemático inglés August de Morgan (1806-1871) con su obra *An essay on probabilities on their application to life contingencies and insurance offices* publicada en 1838; el matemático, economista y filósofo francés Antoine Augustin Cournot (1801-1877) con *Exposition de la théorie des chances et des probabilités* de 1843; el matemático inglés George Boole (1815-1864) con *An investigation of the laws of thought* de 1854; el filósofo e historiador inglés Jhon Venn (1834-1923) con *Logic of Chance* de 1866.

¿Cómo es posible que a principios del siglo XIX se aplique con éxito el cálculo de probabilidades en la teoría cinética de los gases, en el cálculo de errores y en balística, pero no se consiga el mismo nivel de desarrollo en la resolución de los problemas que afectan a las relaciones sociales? Según Javier Martín Pliego, «los científicos sociales, basándose en los estudios de Laplace y Poisson, centraron su atención en demasía en determinar el número adecuado de miembros que debían formar parte de un tribunal de justicia, para lograr que fuera próxima a cero la probabilidad de obtener sentencias injustas. Esta actitud es la que

bloqueo durante algún tiempo la aplicación del cálculo de probabilidades a otras esferas sociales».

Los estadísticos de la escuela rusa de San Petersburgo son los que consiguen los avances más significativos en el cálculo de probabilidades en los finales del siglo XIX y en sus posibilidades de aplicación a los problemas de carácter económico. Zernov utiliza la teoría de la probabilidad en la demografía y en los cálculos actuariales. También, destacamos a V. Y. Buniakovskii (1804-1889) y a M. V. Ostrogradskii (1801-1862) que son los encargados de difundir la teoría tradicional de la probabilidad en Rusia. Bunyakovskii en *Foundations of the mathematical theorie of probabilities* expone con gran claridad los fundamentos matemáticos de la teoría de la probabilidad y sus aplicaciones, usando una terminología que, casi sin cambios, es la que empleamos hoy en día.

Los estadísticos de la escuela rusa que abordaron los problemas centrales de la teoría de la probabilidad fueron Chebychev (1821-1894) y sus discípulos A. A. Markov (1856-1922) y A. M. Liapunov (1857-1918). Chebychev diseñó en 1867 unas desigualdades respecto de la probabilidad de los valores que puede tomar una variable, que sólo requiere conocer el valor de la esperanza y varianza de la variable. Asimismo, aplica el método de los momentos para demostrar el teorema central del límite. Markov establece las condiciones que deben cumplirse para que sea válida la aplicación del teorema límite a la suma de variables independientes, mientras que Liapunov fue el primero que utilizó funciones características en las demostraciones de los teoremas límite, teoremas que posteriormente generalizaron Bernstein, khintchin, Feller, Lévy y Linnik.

A Markov se deben entre otras cosas, la teoría de las *cadena de Markov*, que junto a las investigaciones de Poincaré y de Bachelier cons-

tituyen el punto de partida de la teoría de los procesos estocásticos, en cuya creación intervinieron destacadamente Kolmogorov y Khintchin. La teoría de los procesos estocásticos posibilita, gracias a sus numerosos resultados matemáticos, un gran número de aplicaciones en Economía y en la Gestión Empresarial.

En las últimas décadas del siglo XIX se acentúa el proceso, que había comenzado a principios de siglo, de búsqueda de una síntesis con la que poder aplicar el cálculo de probabilidades a los problemas reales que van surgiendo en las ciencias empíricas, tanto naturales como sociales. Siendo el exponente de esta evolución la noción frecuentista de Richard E. von Mises (1883-1953), cuyo antecedente más próximo es el trabajo citado de Venn y la fundamentación axiomática que establece en 1933 Andrei N. Kolmogorov (1903-1987).

A comienzos del siglo XX se consiguen continuos éxitos con el cálculo de probabilidades, pero sus fundamentos lógicos permanecen todavía insuficientemente desarrollados posibilitando interpretaciones erróneas y ambiguas. La definición de probabilidad dada por Laplace gana precisión mediante el método axiomático. Podemos destacar también los trabajos de Henri Poincaré (1854-1912) que publica en 1896 *Calcul des Probabilités*, S. N. Bernstein (1880-1968), Emile Borel (1871-1956) y las aportaciones más recientes de H. R. Reichenbach, J. M. Keynes, H. Jeffreys, F. P. Ramsey, B. de Finetti y L. Savage.

Borel conecta el cálculo de probabilidades y la teoría de la medida, Lomnicki publica en 1923 una axiomática teniendo en cuenta la teoría de conjuntos y las ideas de Borel. Por otro lado, Bernstein había publicado en 1917 una axiomática que comparaba los sucesos aleatorios según fueran más o menos probables, desde un punto de vista cualitativo y en base a las álgebras booleanas normadas y completas, axiomática

que concuerda perfectamente con la axiomática de Kolmogorov como comprobó Glivenko en 1939.

En 1933 Kolmogorov establece en la monografía titulada *Fundamentos de la teoría de la probabilidad*, la exposición axiomática de la probabilidad. Una vez que Lebesgue había elaborado su teoría de la integración y la medida, y que Fréchet los liberara de los elementos geométricos incorporados por Lebesgue, la analogía entre la medida de un conjunto y la probabilidad de un suceso, así como entre la integral de una función y la esperanza matemática de una variable aleatoria era inevitable.

Una vez comentados los inicios de la Estadística Teórica llegamos al autor más importante de esta época, el matemático inglés Karl Pearson (1857-1936), que es partidario de la estimación de los parámetros poblacionales en base al método de los momentos. Estudió, a lo largo de 648 trabajos, las distribuciones bidimensionales, las medidas de asociación y contingencia, construyó el coeficiente de correlación que lleva su nombre y relacionó analíticamente el método de correlación y el de regresión. Pearson descubre en 1900 el test de la  $\chi^2$  (chi-cuadrado), comprobando que la accidentalidad de las discrepancias entre los modelos teóricos y los datos empíricos se deben al azar del muestreo. A continuación desarrolla la teoría de la significación influenciado por las ideas de Lexis.

Tampoco debemos olvidar las aportaciones de G. Udny Yule (1871-1951), porque entre 1925 y 1935 estudia las series temporales, introduciendo los procesos autorregresivos, es decir, la serie se comporta según la tendencia de la historia pasada y en base a las perturbaciones aleatorias. El estudio de Yule forma parte de un campo más amplio, el de los procesos estocásticos. En ellos, el sistema pasa por una sucesión

de fases y el paso de una fase a otra está determinado por una matriz de probabilidades de transición.

Otro autor básico es Willian S. Gosset (1876-1937) de seudónimo Student, quien demostró que cuando las poblaciones se distribuyen según la normal, están incorrelacionadas la media y la varianza muestral. Obtiene la distribución t que se denomina como su seudónimo, cuya particularidad es que no depende de la varianza poblacional y que debe usarse cuando el tamaño muestral sea pequeño. Sus descubrimientos consiguen dar un gran impulso a la Inferencia Estadística, sobre todo tendrán repercusión en la estimación por intervalos y en el contraste de hipótesis.

El discípulo más importante de Pearson es Ronald Aylmer Fisher (1890-1962) que diferencia tres categorías de problemas, de las cuales sólo la primera había sido estudiada por los probabilistas del siglo XIX:

«1°. Problemas de especificación, que entrañan la especificación matemática de la población.

2°. Una vez obtenida la especificación, se presentan los problemas de estimación, consistentes en obtener los métodos más convenientes para calcular los coeficientes propios de los parámetros desconocidos de la población.

3°. Problemas de distribución, concernientes a la distribución aleatoria de las estimaciones paramétricas y de otros coeficientes elegidos para comprobar la validez de la especificación».<sup>23</sup>

Al intentar dar solución a estos problemas, Fisher sistematiza una teoría de la estimación que incorpora conceptos tan importantes

---

<sup>23</sup> PIATIER, A. (1967). *Estadística y observación económica*. Barcelona: Ariel. Pág. 52-53.

como los de estimador y eficiencia en la estimación. Aborda la teoría de la significación, lo que le permite especificar el método de los intervalos fiduciales. Propone el criterio de la máxima verosimilitud como alternativa al de los momentos de Pearson para obtener estimadores. Introduce el concepto de estadístico suficiente y demuestra la eficiencia asintótica del estimador máximo verosímil. Desarrolla los fundamentos básicos del análisis de la varianza impulsado por su preocupación por las ciencias experimentales y el diseño experimental.

Las aportaciones de Fisher son la base del método moderno de la Estadística Teórica, que consiste según sus propias palabras en: «una vez concebida una hipótesis y definida con exactitud, sus consecuencias, deducidas lógicamente, se comparan con las observaciones disponibles; si la concordancia es completa, la hipótesis está justificada al menos hasta que se realicen observaciones más rigurosas».<sup>24</sup>

Para Sixto Ríos: «superada la etapa de los promedios que se extiende por todo el siglo XIX, comienza una nueva era de la Estadística Matemática con los trabajos de Pearson y Student, que culmina con las teorías de Fisher, que puede considerarse caracterizada por haber comprendido la importancia del estudio de la variación, no sólo como una realidad natural que se observa al considerar cualquier serie de observaciones experimentales, sino como causa de la incertidumbre de todo razonamiento inductivo.

Son los problemas de la Agronomía y la Biología los que llevan a Fisher, como antes a su precursor Student, a crear la teoría de los test de hipótesis estadísticas, el diseño de experimentos y el análisis de la varianza, con los cuales sienta las bases de la moderna experimentación

---

<sup>24</sup> Ibidem. Pág. 53.

biológica, agrícola, química, industrial, etc. ... El investigador experimental encuentra en los trabajos de Fisher un modelo del razonamiento estadístico-inductivo, perfeccionados después a través de los trabajos de Neyman, Wald, Carnap, etc. ... se ha hecho el milagro de que experimentadores y matemáticos se den la mano cordialmente en la Estadística Matemática».<sup>25</sup>

También, tenemos que nombrar las aportaciones de Jerzy Neyman (1894-1982), Egon Sharpe Pearson (1895-1980), hijo de Karl Pearson, y Abraham Wald (1902-1950). Los dos primeros por sus contribuciones al desarrollo de la contrastación de hipótesis y el tercero por fundamentar la Teoría de la Decisión.

Wald comprobó que en algunos tipos de muestreo, al observar los primeros resultados se puede saber cuál va a ser la decisión que vamos a tomar. De aquí se deduce una teoría de muestreo secuencial que no fija con antelación el tamaño de la muestra, ya que en cada fase del muestreo hay que decidir si se continúa el proceso o no. Wald especifica un conjunto de reglas lógicas que permiten conocer la decisión óptima según los diferentes criterios de elección. Wald pretende superar las restricciones de las teorías clásicas de la inferencia estadística, sobre todo la exigencia de que la adquisición de los datos observados debe ser de forma continuada. Propone como alternativa el test secuencial que posibilita realizar la observación de manera predeterminada.

La conexión estadística-economía también ha originado la Econometría, siendo sus precursores, el ya citado Antoine Augustin Cournot (1801-1877), Vilfredo Pareto (1848-1923), León Walras (1834-

---

<sup>25</sup> Vid. RÍOS, Sixto. (1959). Actividades de los estadísticos. *En/ Estadística Española*, nº 3. Pág. 32-33.

1910), además, hay que tener en cuenta las aportaciones de François Divisia (1889-1963) y de Ragnar Frisch (1895-1973).

Resumiendo, podemos decir que la Estadística es la tecnología del método científico que proporciona instrumentos para la toma de decisiones cuando prevalecen condiciones de incertidumbre y los métodos que utiliza están orientados a contribuir en la interpretación de los datos cuando están sujetos a la variabilidad casual. Las aplicaciones que la nueva metodología estadística, basada en los modelos de probabilidad que se habían desarrollado a lo largo de los últimos siglos en Europa, permitía ampliar el tratamiento de los múltiples problemas surgidos en la Economía y, en general, en las Ciencias Sociales, como son los que se refieren a la demografía, a las compañías de seguros, a la especulación en Bolsa, a las actividades industriales y comerciales, etc.

Actualmente, el método estadístico se ha convertido en una herramienta de investigación científica y técnica, que se aplica como instrumento auxiliar en la gestión de empresas, estudios de mercado, control presupuestario, gestión de almacenes... Porque la Estadística consigue integrar el concepto de orden, la linealidad, los esquemas aleatorios y los procesos de axiomatización. Las decisiones se adoptan según una norma de comportamiento lógico, bajo la influencia y el condicionamiento de todos los acontecimientos posibles.

El principal objetivo de los países es garantizar, simultáneamente, un alto nivel de empleo y la estabilidad de los precios; además, han surgido nuevos problemas que resolver, como por ejemplo, la limitación de la contaminación medioambiental, la igualdad salarial y de oportunidades para las mujeres, las minorías, etc.. Por otro lado, las empresas tienen que incrementar su cuota de mercado y el valor de sus acciones, así como desarrollar nuevos productos y nuevas técnicas de producción.

La Estadística es un buen aliado para analizar, interpretar y predecir la evolución de estas variables económicas, anticipando las posibles reacciones del mercado, la evolución de los precios, los costes de producción, las expectativas empresariales, las tendencias en los negocios y la Política Económica.

## BIBLIOGRAFÍA

- BERNOULLI, JACQUES. (1713).** *L'art de cojeturer. Suivi du, Traité des séries infinies, et de la lettre sur le jeu de paume.* Diffusé par la librairie A. Blanchard, 9, rue de Médicis, Paris.
- DURKHEIM, EMILE. (1971).** *El suicidio.* Schapire Editor. Buenos Aires.
- GALTON, FRANCIS. (1988).** *Herencia y eugenesia.* Alianza Universidad. Madrid.
- GNEDENCO, B. V. Y KOLMOGOROV, A.N. (1954).** *Limit distribution for sums of independent random variables.* Eddison Wesley Reading. New York.
- GOURAUD, CHARLES. (1848).** *Histoire du calcul des probabilités.* Libraire d'Auguste Durand. Paris.
- HACKING, IAN. (1995).** *El surgimiento de la probabilidad.* Gedisa. Barcelona.
- HACKING, IAN. (1995).** *La domesticación del azar.* Gedisa. Barcelona.
- IFRAH, GEORGES. (1998).** *Historia Universal de las Cifras: La inteligencia de la Humanidad contada por los números y el cálculo.* Espasa Calpe. Madrid.
- MAISTROV, L.E. (1974).** *Probability theory. A historical scketch.* Academic Press. New York.

- PIATIER, A. (1967).** *Estadística y observación económica*. Ariel. Barcelona.
- POISSON, S.D. (1835).** *Recherches sur la probabilité des jugements principalement en matière criminelle et en matière civile*, en Comptes redus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. n° 1, 16 de noviembre. Paris.
- RÍOS, SIXTO. (1959).** *Actividades de los estadísticos*. En/ Estadística Española, n° 3.
- SCHUMPETER, J. (1971).** *Historia del análisis económico*. Ariel. Barcelona.
- SHEYNIN, O.B. (1952).** *On the early history of the law of large numbers*. Pearson-Kendall. London.
- WESTERGAAD, H. (1932).** *Contributions to the history of statistics*. P.S. King. London.
- WUSSING, H. (1998).** *Lecciones de Historia de las Matemáticas*. Siglo XXI de España Editores. Madrid.