

## PONENCIA

### La Historia de la Probabilidad

Luis F Restrepo B<sup>1</sup>, Est. Esp; Julián González L<sup>2</sup>, IE Esp.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas.  
lusitano@agronica.udea.edu.co

(Recibido: 2 abril, 2002; aceptado: 13 febrero, 2003)

#### Resumen

*Este artículo trata acerca de la historia de la probabilidad desde sus inicios hasta nuestros días, destacando el aporte de célebres matemáticos estadísticos que hicieron posible la estructuración y aplicación de la teoría de las probabilidades en múltiples áreas del conocimiento, permitiendo el desarrollo de las mismas. En la Medicina Veterinaria y Zootecnia la probabilidad es esencial en la toma de decisiones referente a establecer diferencias entre tratamientos, clasificación de animales de acuerdo a su taxonomía, obtención de dosificaciones óptimas de alimentos y evaluación estadística de semen, entre otros aspectos.*

**Palabras clave:** aleatorio, distribuciones.

#### Introducción

La Edad media termina históricamente en el año 1453 con la caída de Constantinopla por parte de los otomanes, dando paso a la etapa conocida como renacimiento, la cual se destacó por la actividad mercantil, industrial, artística, arquitectónica, intelectual y científica, entre otras. A partir de esta etapa con el avance en las matemáticas y la filosofía, se empieza a dar una explicación coherente a muchos fenómenos que no seguían un patrón determinístico, sino aleatorio (4).

Cierto día del año 1654, Blas Pascal (1623 - 1662) matemático francés, hacía un viaje en compañía de un jugador más o menos profesional conocido como el caballero Meré, quien era una persona apasionada por el juego de los dados y las cartas, siendo además un hombre ilustrado. Este caballero creyó que había encontrado una "falsedad" en los números al analizar el juego de los dados, observando que el comportamiento de los dados era diferente cuando se utilizaba un dado que cuando se empleaban dos dados. La "falsedad" partía simplemente de una comparación

errónea entre las probabilidades de sacar un seis con un solo dado o de sacar un seis con dos dados. Para este caballero debería existir una relación proporcional entre el número de jugadas necesarias para conseguir el efecto deseado en uno y otro caso. El problema radicó en que el citado caballero no tuvo en cuenta que en el segundo caso estaba analizando una probabilidad compuesta en donde las probabilidades se deben calcular multiplicativamente. En una carta de Pascal a Fermat en la que narra esta anécdota concluía que "el caballero Meré tiene mucho talento, pero no es geómetra; ésto es, como sabéis un gran defecto" (carta del 29 de julio de 1654) (2).

A partir del anterior problema y en especial con base en los siguientes planteamientos: en ocho lanzamientos consecutivos de un dado se intenta obtener un uno, donde el juego se suspende después de tres intentos fallidos, ¿en qué proporción ha de ser compensado el jugador?.

En una partida de dados intervienen dos jugadores y apuestan 32 doblones de oro cada uno, eligiendo un número diferente, gana el juego el primero que

obtenga tres veces el número que eligió. Después de un rato de juego, el número elegido por el primer apostador ha salido dos veces mientras el otro jugador sólo una vez ha acertado, en este instante la partida debe suspenderse. ¿Cómo dividir los 64 doblones de oro apostados?. En la correspondencia que siguió a este problema, tanto Pascal como Fermat estuvieron de acuerdo en que el primer jugador tiene derecho a 48 doblones de oro (5).

Con base en los anteriores interrogantes efectuados por el caballero Meré, Pascal se comunica de nuevo con Pierre Fermat (1601 - 1665), francés, abogado de profesión pero gran amante de las matemáticas; con el cual compartió los problemas propuestos por el citado caballero, siendo considerada esta correspondencia como el punto de partida de la teoría de la probabilidad. Aunque algunos afirman que fue en el año de 1563 cuando apareció el primer libro de probabilidad llamado "Liber de Lulo Alae", libro sobre el juego de los dados, escrito y publicado por el italiano Girdamo Cardano (1501 - 1576).

Sin embargo fueron Pascal y Fermat los que empezaron a formalizar la teoría de las probabilidades, probando el desacuerdo con el caballero de Meré, este se debía a que era erróneo el cálculo que había efectuado, ya que se equivocó en considerar equiprobables sucesos que no lo eran, y sólo cuando los casos posibles son equiprobables tiene sentido aplicar la definición dada por Meré de probabilidad.

Aunque Pascal y Fermat no expusieron sus resultados por escrito, Chrisitaan Huygens, físico matemático holandés (1629 -1695), publicó en 1657 un breve tratado titulado "De Ratiocinnis in ludo aleae" (sobre los razonamientos relativos a los juegos de los dados), inspirado en la correspondencia sostenida entre Pascal y Fermat.

Poco a poco otros matemáticos fueron interesándose por esta clase de propuestas. El suizo Jacob Bernoulli (1654 - 1705) obtuvo el teorema que se conoce con su nombre y que para algunos permitió estructurar el cálculo de probabilidades como disciplina orgánica.

Abraham de Moivre (1667 - 1754) efectuó un vital aporte al observar que cuando se medía una distancia astronómica, siempre se cometían errores por exceso y por defecto, por más perfecto que fuera el

instrumento de medición. Al gráficar estos errores se distribuían en forma de campana, ideando a partir de la distribución de los errores la función probabilística normal, que injustamente se conoce como distribución gaussiana, ya que debería llevar su nombre. Abraham de Moivre nació en Vitry Francia y falleció en Londres, estudió lógica en Shumur, París entre 1682 y 1684, fue miembro de la *Royal Society* en 1697, siendo el primero en desarrollar la geometría analítica y la teoría de probabilidades en forma estructurada. Publicó en 1718 "The Doctrine of Chance", trabajo que fue considerado por algunas autoridades como la clave para el principio de la historia de la probabilidad. De Moivre además encontró que estaba durmiendo 15 minutos más cada noche, y sumando la progresión aritmética, calculó que podría morir el día que durmiera 24 horas; estaba en lo cierto. El hugonote (relativo a los calvinistas franceses y al movimiento iniciado en 1559), tuvo que huir de Francia por motivos religiosos, refugiándose en Inglaterra donde vivió resolviendo problemas de juegos de azar. En la obra "The Doctrine of Chance" aparecen las primeras indicaciones sobre la distribución normal, en 1730 efectuó la demostración del teorema del límite central.

Johann Bernoulli (1667 - 1748), suizo, hermano de Jacob, tuvo tres hijos célebres por su conocimiento matemático, Nicolás (1695 - 1726), Daniel (1700 - 1782) y Johann (1710 - 1790). El primero de ellos se dedicó a laborar en parte en el área de las probabilidades, motivado por la obra de su tío Jacob "Ars Conjectandi" (el arte de la conjetura), publicada en 1713, donde se estudió la distribución binomial y la teoría que da para esta distribución la expresión matemática de la probabilidad de las frecuencias relativas (2).

El inglés Thomas Bayes (1702 - 1761), el cual era reverendo, también contribuyó con el teorema para probabilidades condicionales. El trabajo de Bayes fue publicado en el año de 1764 en la *Philosophical Transactions of the Royal Society* de Londres, y titulado, "Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chance". Donde el reverendo abordó el problema de las causas a través de los efectos observados.

El italiano Joseph Lagrange (1736 - 1813), unificó en unión con Thomas Bayes todas las ideas que sobre probabilidad existían, compilando la primera teoría general de las probabilidades. Langrage murió en París

el 10 de abril de 1813 dejando múltiples trabajos en el área de la matemática.

Pierre Simon Laplace (1749 - 1827), francés, recopiló las ideas de Jacob Bernoulli, Abraham de Moivre, Thomas Bayes y Joseph Lagrange. Este desde 1774 escribió muchos artículos sobre el tema de la probabilidad. En 1812, Laplace publicó en París su *Théorie Analytique des Probabilités*, donde hace un desarrollo riguroso de la teoría de probabilidad con aplicación a problemas demográficos, jurídicos, sociales y además astronómicos. Esta obra al igual que su ensayo filosófico sobre la probabilidad en la que escribió: "en el fondo de la teoría de las probabilidades es sólo sentido común expresado en números" publicado en 1814, permite considerar el cálculo de las probabilidades como una parte autónoma de las matemáticas, permitiendo tomar el impulso teórico que habría de llevarla al extraordinario desarrollo y perfeccionamiento que actualmente posee (1,3).

A partir de Laplace, las dos disciplinas, cálculo de las probabilidades y estadística, que habían hasta entonces permanecido separadas, se fusionan de manera que el cálculo de las probabilidades se constituye en el andamiaje matemático de la estadística. Toda la base matemática que permitió desarrollar la teoría de probabilidades está extraída del análisis combinatorio, disciplina iniciada por Leibniz y Jacob Bernoulli. Posteriormente se introdujo la teoría de límites disminuyendo el peso que tenía el análisis combinatorio.

El alemán Carl Friedrich Gauss (1777 - 1855), es considerado como el más grande matemático del siglo XIX y junto con Arquímedes y Newton, forma parte de los tres más grandes matemáticos de todos los tiempos. Gauss desarrolló la teoría de los errores; conjuntamente con Bessel y Laplace, llegaron a establecer el método de los mínimos cuadrados, como procedimiento matemático para resolver el problema fundamental de la teoría de los errores. Gauss y Laplace, independientemente aplicaron conceptos probabilísticos al análisis de los errores de medida de las observaciones físicas y astronómicas. Maxwell, Boltzmann y Gibbs aplicaron la probabilidad en su obra "Mecánica Estadística". La teoría de los errores constituye la primera rama de la estadística que puede constituirse como una estructuración teórico - matemática.

El francés Simeón Denis Poisson (1781 - 1840), ideó la distribución probabilística que lleva su nombre y que es aplicable a fenómenos poco comunes o extraños. En 1837 publica su trabajo en *Recherches sur la Probabilité des Jugements*. Poisson originalmente estudió Medicina, en 1789 se dedicó al campo matemático en la Escuela Politécnica. Fue muy amigo de Laplace y de Lagrange. Poisson publicó alrededor de 400 artículos en matemática y estadística.

Pese al éxito de las aplicaciones se oyeron voces de inconformidad a la definición clásica de probabilidades, que exigía "a priori" saber que todos los eventos eran igualmente posibles. Además en ciertos casos era imposible aplicar la definición clásica de la probabilidad, como puede suceder en aplicaciones de cálculo actuarial.

El primer año del nuevo siglo veinte, anunciaba aplicaciones de la teoría de la probabilidad en los campos de la física y la genética. En 1901 se publicó la obra "Glbbs Elementary Principles in Statistical Mechanics", y el mismo año se funda la revista "Biometrika" por el inglés Karl Pearson (1857 - 1936). El año anterior Pearson trabajando en la Universidad de Londres popularizó la distribución Chi - Cuadrado a partir de la Gamma (6).

En Rusia se inició el estudio de las cadenas de sucesos eslabonados (1906 - 1907) por obra de Andrei Andreyevich Markov (1856 - 1922), discípulo de Chebishev y coeditor de las oeuvres (2ud, 1899 - 1904) de su maestro.

En muchos fenómenos la probabilidad de un suceso depende frecuentemente de los resultados anteriores, especialmente cuando Laurent Schuartz (1915) de la Universidad de París, generalizó el concepto de diferenciación mediante su teoría de distribuciones, expuesta en el año de 1951. Hoy no es posible dar una explicación rigurosa de la teoría de probabilidades sin utilizar conceptos de función medible y de las teorías de integración modernas.

Los notables avances que en el área del análisis matemático se dieron durante la primera década del siglo anterior con la creación de la teoría de la medida. Borel en 1909 contribuyó en forma significativa a la probabilidad mediante su obra "Elements de la Theorie des Probabilités". La demostración de Borel de la ley fuerte de los grandes números, en donde este maneja

la noción de probabilidad con las propiedades aditivas que tiene una medida.

El norteamericano Norbert Wiener (1894 - 1964), desarrolló una medida de las probabilidades para conjuntos de trayectorias que no son diferenciables en ningún punto, asociando una probabilidad a cada conjunto de trayectorias. Construyó así una probabilidad que permitía describir el fenómeno en términos matemáticos en lo que se refería a la trayectoria y posición de las partículas a través del tiempo. Aportó ejemplos de cómo aplicar el estudio de las probabilidades al desarrollo y progresos de la ciencia. En sus trabajos de los años veinte logró resolver un problema de fenómeno aleatorio, "el Movimiento Browniano", el cual debe su nombre al Botánico Robert Brown, quien lo observó por primera vez en el año de 1828.

Andrei Nicolaevich Kolmogorov (1903 - 1987), ruso, nacido un 25 de abril en Tambow, muriendo su madre en el parto. Su padre era un calificado agrónomo y estadístico. Realizó su primer trabajo evaluando los estudios sobre probabilidades efectuados entre los siglos XV y XVI, apoyándose en los trabajos de Bayes. En 1924 comenzó su interés en la teoría de la probabilidad, la cual lo consagró. Su primer artículo fue "Über Konvergenz von Reihen, deren Glieder durch den Zufall bestimmt werden". En 1927 había completado sus investigaciones sobre suficiencia y condiciones necesarias de la ley débil de los grandes números, comenzada por J. Bernoulli. En 1930 obtiene la ley fuerte de los grandes números. El año anterior había publicado "La Teoría General de la Medida y el Cálculo de Probabilidades". En 1950 completó uno de los trabajos más importantes en Estadística "Estimadores Insesgados". Kolmogorov dio solución a una parte del sexto problema de Hilbert, en el que se pedía un fundamento axiomático de la teoría de probabilidades, utilizando la medida de Lebesgue. También efectuó importantes aportes a la teoría de procesos de Markov. Kolmogorov estableció con sus axiomas para el cálculo de las probabilidades las bases matemáticas para asentar la teoría con lo cual, además se aclaran las aparentes paradojas existentes. Todo se relata en su obra monográfica "Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung" del año 1933.

Durante el período de 1923 a 1950 se formaron varias escuelas, destacándose:

1. La rusa dirigida principalmente por Kolmogorov y Khintchin.
2. La estadounidense creada por Feller y Doob.
3. La francesa donde se resalta la figura de Paul Levy, quien influirá de manera decisiva en las dos escuelas anteriores. La escuela francesa se formó con P. A. Meyer y su grupo de Estrasburgo, así como Neveu y Fortet en París.

La probabilidad se aplica cotidianamente en las ciencias pecuarias para establecer diferencias estadísticas entre tratamientos, en la optimización de dosificaciones de alimentos para animales. Mediante el empleo de superficies de respuesta, donde la probabilidad es vital en la toma de decisiones referente a la mejor combinación de componentes de mezcla. También se emplea en la clasificación de especies animales y en la evaluación de la taxonomía animal.

En piscicultura es de gran ayuda para establecer la dinámica de los peces; también en la estimación de la población presente en un determinado ecosistema, en hallar la probabilidad de fecundación.

La modelación animal permite predecir el comportamiento de una o más variables denominadas como dependientes en función de un conjunto de variables explicativas o controladas. Por ejemplo: se puede predecir la producción de leche en función de la edad de la vaca, la raza, el consumo de alimento, el tipo de pasto, el número de partos, entre otras variables.

La probabilidad evalúa el tipo de relación existente entre variables, así: podemos evaluar la asociación entre la calidad de la leche, la altitud sobre el nivel del mar, la cantidad de pasto consumido, la cantidad de células somáticas, la ceniza, la grasa, etc. Mediante el empleo de arreglos factoriales se mide la interacción entre factores. Los cuales pueden relacionarse en forma dependiente o independiente con el comportamiento del animal.

La probabilidad permite definir el tipo de patrón o modelo de comportamiento animal, con el cual se establece si sigue una dinámica de agregación, uniformidad o aleatoriedad.

En genética animal se puede caracterizar la variabilidad de los factores, donde los marcadores genéticos se emplean para reflejar la variabilidad debida principalmente a los genes. La probabilidad

permite evaluar y clasificar las similitudes y no similitudes entre individuos, asociados con la variabilidad genética.

Para establecer el tamaño de la muestra requerida en estudios biológicos se hace necesario el empleo de la probabilidad.

### **Agradecimientos**

A Wilington Olarte y Roberto A. Angulo por la digitación del presente artículo.

### **Summary**

#### ***The history of probability***

*This article is about the history of probability since its begins to our days, enhancing the matematics and statistics work, which made the form and aplication of the probabilities theory possible in many areas, performing the development of knowledge. In animal sciences the probability theory is of high value in order to take the right decissions and establish differences between treatments, classifying animals acording to their taxonomy, get the right food amount per species, statistically evaluate semen and so on.*

**Key Words:** *distributions, random*

### **Referencias**

1. Games DF. Gods and gambling the origins and history of probabilty and statistical ideas from the earliest times to the Newtonian era. Griffin. London. 1962. 292p.
2. Hald A. A history of probability and statistical and their applications. Wiley. New York. 1990. 824p.
3. Pearson E. and Kedall M. (Editors). Studies in the history of statistical and probability: a series of papers. Griffin. London.1970. 405-418p.
4. Pacheco. Historia de la probabilidad. 2001. URL:<http://www.apuntesuniversitarios.com>.
5. Instituto de Matemáticas. UNAM. Investigación probabilidad. 2002. [www.matem.unam.mx/investigacion/probabilidad](http://www.matem.unam.mx/investigacion/probabilidad).
6. El paraíso de las matemáticas. 2001. [www.matematicas.net/probabilidad](http://www.matematicas.net/probabilidad)