Breve reseña histórica de la Estadística Desde sus orígenes hasta la era moderna

Dr. Gerardo García Maldonado
Profesor de Tiempo Completo e Investigador
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Facultad de Medicina de Tampico “Dr. Alberto Romo Caballero”
gmaldonado@docentes.uat.edu.mx

Dr. Wilberto Sánchez Márquez
Profesor de Tiempo Completo e Investigador
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Facultad de Medicina de Tampico “Dr. Alberto Romo Caballero”

MPSS Brenda Daniela Gaytán Mendoza
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Facultad de Medicina de Tampico “Dr. Alberto Romo Caballero”

INTRODUCCIÓN

La percepción de los estudiantes de la Facultad de Medicina de Tampico “Dr. Alberto Romo Caballero” sobre la estadística varía considerablemente, pero algunos aspectos en común sobresalen. Por ejemplo, muchos de ellos reconocen la importancia de esta disciplina en la medicina en general, y en la investigación científica en particular, tomando en cuenta la gama tan amplia de información médica que hoy en día es factible encontrar en plataformas electrónicas y que mucha de ella se expresa en términos matemáticos, de probabilidades, estimaciones o de significancia estadística. Por supuesto me refiero a información científica. Hoy en día, se requiere de una base teórica y práctica importante en este campo, para una adecuada lectura crítica de la literatura científica. Se reconoce pues, que es también una herramienta fundamental para la toma de decisiones clínicas basadas en evidencia.

En segundo término, a pesar de que los alumnos están conscientes de su importancia, la mayoría encuentra difícil entenderla, lo que genera ansiedad al momento de enfrentar esta materia, ya que es parte de la curricula académica en la facultad de medicina. Sin lugar a dudas la terminología que se utiliza y los conceptos abstractos, así como las ecuaciones, cálculos, formulas y algoritmos que esto implica pueden resultar intimidantes.

Por supuesto existen otros factores coadyuvantes, por un lado, la impartición de esta cátedra por profesionales que no son médicos, lo que, si bien podría presuponer que como expertos que mejor que ellos, en la realidad esto no funciona, el enfoque se quiera o no, es distinto. La experiencia de ser médico hace diferencia. Pero, por otro lado, y tal vez lo más significativo, es la falta de médicos docentes interesados, con competencias y experiencia en este campo.

Debemos decir entonces que, en la mayoría de los casos, la enseñanza de la estadística no siempre está alineada con las aplicaciones prácticas en medicina, sino que por el contrario tiende a centrarse en la teoría matemática. Sin lugar a duda esto último es importante pero no debemos olvidar, desde mi punto de vista, que el alumno debe idealmente aprender y entender también lo que implica el análisis estadístico de los datos, así como la interpretación de los mismos.

Por ello, lo que debería prevalecer es la oferta de un enfoque más aplicado y contextualizado al campo médico. No es infrecuente escuchar a los alumnos expresar su desencanto por una enseñanza en esta disciplina abrumadora y aburrida, lo que inevitablemente genera una actitud negativa, carente de motivación y con tendencia al ausentismo en aulas, cuando es el día de cursar la materia. Es desalentador que una alta proporción de estudiantes de medicina, terminan su carrera universitaria con una gran deficiencia en este rubro.

Lo significativo y trascendente es que el momento en que el alumno enfrenta preguntas con temas de estadística, en el denominado Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Medicina General (EGEL PLUS MEDI), avalado por el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL), las deficiencias temáticas son ostensibles, dando lugar a que las respuestas no sean analíticas, reflexivas o basadas en un conocimiento. En la promoción del examen en diciembre del 2023, se presentaron diversos reactivos con temas estadísticos de aplicación práctica, en ejemplos clínicos muy concretos. Desde luego este examen incluyó también contenido relacionado con metodología de la investigación científica, otro apartado donde también hay carencia de conocimientos sólidos.

La diferencia entre aprobar o reprobar este examen, puede por probabilidad, ser definida por las respuestas en estos reactivos. Para algunos alumnos, esta realidad es confrontativa y frustrante. Desafortunadamente si se acredita el examen, y contra lo que pudiera pensarse, estas deficiencias no se tratan de subsanar con algún tipo de capacitación posterior por parte del alumno. Seguramente imaginan que este conocimiento ya no lo necesitarán. De igual manera, aunque con un enfoque aleatorio, (no en todos los sustentantes se incluyen) el denominado Examen Nacional de Aspirantes a Residencias Médicas (ENARM), también incorpora reactivos con estos temas. Es una realidad que las deficiencias traspasan fronteras en los niveles de formación académica, es decir, se observa que la mayoría de los graduados que ingresan a residencias médicas, también muestran amplios vacíos de conocimiento en estos tópicos. No es infrecuente que algunos residentes muestran incluso, limitadas competencias para la búsqueda de información científica en plataformas específicas, o bien franco desconocimiento de la existencia de las mismas.

El problema a este nivel, es que esta insuficiencia repercutirá no solamente en la adquisición de información necesaria para su formación como residente, sino también en el desarrollo del protocolo de tesis, herramienta única con la cual deberán graduarse como médicos especialistas. Por supuesto esto al margen de su interés o no, en dedicarse a la investigación científica. Lo contradictorio es que los mismos residentes, al igual que los estudiantes de pregrado, reconocen que el dominio del tema podría hacer diferencia en su formación y práctica médica. La percepción negativa y el rechazo, como todo, tiene supuestos tan diversos como residentes sean cuestionados, es decir, desde enseñanza complicada hasta falta franca de materias relacionadas con estadística y metodología en la curricula médica en sus universidades de origen. Punto y aparte el comentario muy particular, de que no había quien diera esas materias. Ciertamente o no, esto último, las deficiencias saltan a la vista desde el primer día.

En virtud de todo esto, es que se propone un método de enseñanza, con ejemplos médicos concretos, aplicación práctica, accesible, amigable y apoyo con asesoría continua, todo lo cual puede hacer la diferencia. Así mismo esta alternativa propone que la información ante todo preserve claridad, contenido relevante y aplicabilidad desde los primeros temas.

El objetivo es ofrecer al alumno un material con diversos temas de esta disciplina, pero con el enfoque de un análisis estadístico de datos, con capacidad de interpretar los mismos y con la visión de que la estadística es fundamental en medicina, dicho de otra manera “saber hacer”, pero en el contexto médico, Si bien las herramientas con que se cuenta en este campo son múltiples y muy variadas, se abordarán aquellas, que estimo, son las de mayor aplicación práctica. Para los interesados en la elaboración de proyectos de investigación, se podrán revisar otros instrumentos estadísticos eventualmente.

Sería un gran logro que los mismos alumnos fueran capaces de implementar y trabajar las herramientas estadísticas necesarias para el desarrollo de sus proyectos, y no solamente buscar quien haga la “chamba estadística”, y que la mayoría de las veces, quien lo hace, no aporta elementos para la comprensión de un efectivo correlato estadístico-clínico. Este material no pretende sustituir libros de texto sobre el tema, por el contrario, la intención es aportar información que se sume al conocimiento de contenidos relevantes en este campo. Con esto en mente y con el propósito de lograr el objetivo, he considerado presentar mensualmente fascículos con diferentes temas. El contenido de este primer fascículo está relacionado con la historia de la estadística, un abordaje a través del tiempo.

El viaje será breve, por decirlo así, ya que no se trata de una revisión exhaustiva, simplemente conocer las aportaciones de grandes hombres, y de impresionantes culturas milenarias. Será interesante leer los nombres de algunos autores, que seguramente el alumno ha escuchado en sus clases, ya que es frecuente que algunas pruebas estadísticas lleven el nombre de sus creadores.

DESARROLLO HISTÓRICO

ORÍGENES

La estadística es una disciplina científica, rama de las matemáticas. En un principio, el significado estaba restringido a la información acerca de los estados. Esta consideración se fue extendiendo para posteriormente incluir información de cualquier tipo, y al final incluir la organización, colección y el análisis e interpretación de los datos. Su aplicabilidad en ciencias de la salud, ha dado lugar a la utilización del término bioestadística. La evolución histórica en este campo ha sido vertiginosa, con grandes progresos a través de los siglos, y siempre con el propósito de proporcionar métodos y herramientas para tomar decisiones informadas y hacer inferencias a partir de datos. Con el tiempo, los métodos se fueron desarrollando y madurando, dando lugar a la aparición de conceptos y técnicas clave que hoy constituyen la base del análisis estadístico moderno. Al adentrarnos en la historia de la estadística, adquirimos una valiosa perspectiva de los métodos y procesos de pensamiento que han conformado nuestra comprensión actual de los datos y su importancia en diversos ámbitos. La evolución de esta disciplina, es un testimonio de la continua búsqueda por comprender mejor el mundo que nos rodea. Sin pretender realizar un resumen exhaustivo, sí es recomendable informarnos sobre algunos antecedentes representativos, y conocer algunos de los más famosos exponentes de este campo del conocimiento.

Para algunos expertos, sus orígenes se remontan a civilizaciones antiguas como la babilónica y la egipcia; las cuales recopilaban y analizaban datos con fines comerciales, de impuestos y astronómicos, entre otros. Estos primeros métodos sentaron las bases en el campo de la estadística. Por ejemplo, los babilonios utilizaban estas estrategias para la producción agrícola, lo que permitía implementar el pago de impuestos y una asignación de recursos eficientes. Del mismo modo, los egipcios utilizaban datos para planificar y gestionar proyectos de infraestructura pública; como sistemas de riego, proyectos de construcción de pirámides y templos, así como censos de población. Los primeros escritos conocidos sobre métodos estadísticos, se encuentran en las obras de antiguos eruditos persas y árabes como Al-Kindi, Al-Karayi y Al-Jwarizmi, quienes hicieron importantes contribuciones a la comprensión del análisis y la interpretación de datos, a través de cálculos algebraicos y ecuaciones matemáticas.

En Grecia filósofos y matemáticos griegos como Pitágoras, Platón y Aristóteles llevaron a cabo estudios sistemáticos de datos y desarrollaron conceptos fundamentales, como la recopilación de información, el análisis de tendencias y la formulación de teorías. Pitágoras, a través de su famoso teorema, explicó cómo medir y estudiar distancia y altura que son de gran ayuda en la actualidad, para el análisis geográfico y para la elaboración de mapas; además que con sus aportaciones dio inicio al desarrollo de la trigonometría. Arquímedes y Euclides también

contribuyeron con avances en matemáticas y geometría. Este último demostró con su teorema, la existencia de números primos infinitos.

En la antigua Roma, la estadística se convirtió en una herramienta indispensable para mantener el control y la eficiencia en un imperio tan extenso y diverso; se destacan los censos poblacionales y mecanismos, como el de otras culturas, para control de las finanzas del imperio. Estas primeras técnicas reflejan la necesidad humana fundamental de comprender y utilizar los datos con fines prácticos, sentando las bases de sofisticados principios estadísticos que en la actualidad existen.

LA ESTADÍSTICA EN LA EDAD MEDIA

Durante el periodo medieval, eruditos europeos como el italiano Leonardo de Pisa apodado “Fibonacci”, impulsó el desarrollo de métodos estadísticos en campos como la economía y la demografía, popularizó el sistema numérico hindú-arábigo en Europa, e introdujo en su cuarto libro los denominados “Números Cuadrados”, que han encontrado aplicaciones en la distribución de probabilidad.

Otros personajes como el fraile franciscano inglés Roberto Grosseteste, que incluso fue obispo en Lincoln, Inglaterra y el francés Nicole Oresme también obispo en Lisieux hoy región de Normandía y consejero del rey Carlos V de Francia, comenzaron a explorar conceptos estadísticos primitivos, como la medición de la dispersión y la representación gráfica de datos.

El primero hizo aportaciones al estudio de la luz, el calor y el movimiento, e hizo especulaciones sobre la creación del universo, mientras que el segundo postuló entre otros tópicos, el teorema de Merton para explicar la llamada velocidad media, que estaba a favor de que la tierra se mueve y no los cuerpos celestes. Fue también el descubridor de la curvatura de la luz y la refracción atmosférica, aunque esto le fue atribuido al científico inglés Robert Hooke. Se considera que Nicole Oresme fue más claro y explícito en las consideraciones heliocéntricas del universo, que el mismo Copérnico, astrónomo y médico polaco quien nació y vivió dos siglos después.

AVANCES EN EL RENACIMIENTO Y LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA

Durante el Renacimiento hasta la época de la Revolución Científica, que le siguió, contribuciones a las matemáticas y a la ciencia en general fueron conducidas por personajes sobresalientes como el italiano Galileo Galilei, quien por su interés en la astronomía y utilizando el telescopio confirmó empíricamente el modelo heliocéntrico del universo, que señalaba que la tierra y los planetas eran los que giraban alrededor del sol. También se le atribuye la formulación de las primeras leyes sobre el movimiento y sobre la dinámica, que culminaría un siglo después, el inglés Isaac Newton.

No estaría completa la breve referencia a este gran personaje, si no se señalara que por criticar los postulados de Ptolomeo y la visión geocentrista del universo (lo contrario a la heliocéntrica) imperante en esa época, fue declarado culpable de herejía en 1633, por lo que fue obligado a vivir bajo arresto domiciliario en su villa de la Toscana en Italia, a pesar de haber abjurado sobre su concepción heliocéntrica del universo.

Se le atribuye la hipotética frase “y sin embargo se mueve”, que haría referencia a que a pesar de lo que se dijera y de lo que había abjurado, era la tierra la que se movía alrededor del sol. Como dato agregado interesante, vale la pena decir que en 1992, el papa Juan Pablo II reivindicó a Galileo Galilei, y reconcilió la fe con la ciencia. Este hecho histórico fue 359 años después de la injusta condena de este gran hombre.

Por su parte el matemático y científico francés René Descartes, padre del racionalismo moderno y creador de la obra “Meditaciones Metafísicas”, y el “Discurso del Método”, entre otros, hizo aportaciones notables a las matemáticas, medicina, geometría analítica, teoría de las ecuaciones, mecánica y geología. Estableció que solo se puede decir que la existencia de todo lo que existe es por medio de todo lo que puede ser probado, de ahí su famosa frase “pienso, luego existo”. Precisamente esta es la base del escepticismo metodológico o método cartesiano, propuesto por el mismo. Dicho de otra manera, para Descartes el acto de dudar es indudable.

En la publicación en esa época de la obra "Liber de Ludo Aleae" (Libro sobre juegos de azar), del italiano Gerolamo Cardano se propone una descripción detallada de los espacios muestrales correspondientes al lanzamiento de 1, 2 o 3 dados, y se presenta una primera aproximación al concepto de probabilidad en términos de proporciones. Este mismo autor, también fue el primero en publicar soluciones completas para ecuaciones de tercero y cuarto grado. Los primeros escritos con temas relacionados con el cálculo de probabilidades, fueron propuestos para resolver problemas planteados por jugadores de cartas y de dados. Luca Pacioli, fraile franciscano de origen italiano, en su obra Summa Arithmetica, Geometria, Proportioni et Proportionalita, hizo referencia al denominado problema de los puntos, a través del cual se pretendía encontrar la mejor solución para repartir el dinero apostado por varios jugadores, cuando la partida se interrumpía antes de finalizar. También se reconoce, que sus aportaciones son la base de la contabilidad moderna.

Sin embargo, tiempo después, la solución al tema de apuestas vino por parte de dos matemáticos franceses, Blaise Pascal y Pierre de Fermat, que no pretendieron reflexionar sobre el concepto de azar, sino que solamente buscaron aplicar métodos numéricos para analizar las alternativas que planteaban los juegos de azar. De cualquier manera, en la historia de la ciencia, se considera que la Teoría de Probabilidades apareció en la segunda mitad del siglo XVII, con Luca Pacioli y su escrito sobre el "Problema de los Puntos".

SIGLOS XVIII

Posteriormente en el siglo XVIII Jacob Bernoulli de origen suizo, hizo aportaciones a la teoría de las series infinitas y a las ecuaciones diferenciales, y al igual que otros autores contribuyó a la teoría de la probabilidad, que para muchos autores inicio en ese siglo. Se destaca por su propuesta de aplicar la teoría de las matemáticas a procesos fisiológicos como la circulación sanguínea y la respiración, y conceptualizo lo que se denomina distribución binomial.

Abraham de Moivre, matemático francés, se destaca por su trabajo relacionado con los coeficientes binomiales extendidos, así como con su libro "The Doctrine of Chances", que aborda temas relacionados con distribución normal y probabilidad. Además, este autor hizo aportaciones al denominado número irracional o áureo, que representa un número algebraico con representación decimal infinita, es decir, el cálculo nunca alcanza una última cifra, aunque la autoría de esta aportación le fue otorgada finalmente a Jacques Philippe Marie Binet, también de origen francés, un siglo después.

Thomas Bayes matemático y ministro presbiteriano británico, propuso un enfoque revolucionario para la inferencia estadística, argumentando que las probabilidades se actualizan a medida que se obtiene nueva información. Su teorema, conocido como el Teorema de Bayes, se convirtió en la base fundamental de este campo. La estadística bayesiana se distingue por su capacidad de incorporar conocimiento previo y evidencia observada, para hacer predicciones y tomar decisiones. A diferencia de los enfoques clásicos, el enfoque bayesiano permite a los investigadores actualizar sus creencias a medida que se recopilan nuevos datos. También a mediados del siglo XVIII comenzó el auge de la estadística descriptiva en asuntos sociales y económicos; sin embargo, existía una oposición al empleo de procedimientos numéricos para el análisis de datos clínicos, ya que se consideraba la medicina como una disciplina basada en la fisiología de cada paciente, por lo que no podían existir conclusiones generalizables.

SIGLO XIX

La organización y tabulación de los datos se produjo primeramente en la sociología, alrededor de 1927, teniendo en cuenta las variables y sus categorías. Con la consolidación de la teoría de la probabilidad, en 1933, se establecieron las bases actuales de las probabilidades y surgió la era moderna de la estadística con la estadística inferencial. De igual manera en este siglo surgieron las técnicas que permiten el estudio de relaciones entre dos variables, como la correlación y la regresión lineal para las variables cuantitativas y la prueba de la X² para el caso de las variables cualitativas.

En esa época de continuos adelantos, se produjeron importantes avances en estadística con las aportaciones de figuras clave como el alemán Carl Friedrich Gauss y el británico Sir Francis Galton, primo de Charles Darwin. Los trabajos de ambos introdujeron conceptos como las distribuciones de probabilidad, el análisis de regresión y las pruebas de hipótesis, que aún hoy se utilizan ampliamente en el análisis estadístico.

Las contribuciones de Carl Friedrich Gauss a la estadística son significativas, en 1809 publicó un trabajo sobre el método de los mínimos cuadrados, que es fundamental en el análisis de datos y la estimación de parámetros. En 1823, introdujo la famosa ley de distribución normal para analizar datos astronómicos y además, realizó importantes contribuciones en matemáticas, física y geometría. Su comprensión de la distribución normal y su asociación con el Teorema del Límite Central, han tenido un impacto significativo en la teoría de la probabilidad y el moldeamiento de fenómenos naturales y sociales. La famosa campana de distribución normal de variables aleatorias, lleva su nombre gracias a sus aportaciones y al uso extenso que este autor le dio en sus trabajos, sin embargo, cabe decir que la distribución normal como tal, fue inicialmente descrita por el matemático Abraham de Moivre desde 1733.

La contribución de Sir Francis Galton al desarrollo de la regresión lineal fue significativa. Su trabajo inicial sobre las características heredadas de los guisantes dulces, condujo a la conceptualización inicial de la regresión lineal. A través de sus observaciones, reconoció la relación entre las variables emparejadas y desarrolló también el concepto de regresión a la media. Además, generalizó su trabajo sobre la regresión a una variedad de problemas de herencia, lo que sentó las bases para el desarrollo posterior de la regresión múltiple. Su enfoque en la genética y la herencia, proporcionó la inspiración inicial que condujo al desarrollo de la regresión y el coeficiente de correlación de momento del producto. Este trabajo tuvo una influencia significativa, para el posterior desarrollo de su famosa propuesta sobre la correlación y regresión.

Karl Pearson de origen inglés, quien trabajó en el laboratorio de Galton, continuó desarrollando las ideas de su mentor en cuanto a un tratamiento matemático riguroso en procedimientos de regresión múltiple. Pearson también introdujo métodos estandarizados de gestión de datos estadísticos, desafió la aceptación tiránica de la curva normal como la única distribución en la que basar la interpretación de datos estadísticos, y proporcionó herramientas estadísticas matemáticas para examinar la forma de la distribución empírica.

Organizó el primer curso de estadística en Gran Bretaña en 1917, y en su trabajo también incluyó el desarrollo de las pruebas de bondad de ajuste. Este test proporcionó a los científicos, una herramienta objetiva para determinar si una distribución empírica observada, se ajustaba a una distribución teórica esperada. Antes de este test, los científicos no tenían una base teórica subyacente para sus fórmulas de bondad de ajuste.

El test de chi-cuadrado de Pearson permitió a los estadísticos utilizar métodos que no dependían de la distribución normal, lo que representó un avance significativo en la metodología estadística. Se le reconoce a este autor la creación de laboratorios y departamentos académicos en la Universidad de Londres, Inglaterra. Su prolífica carrera e interés lo llevo también a realizar contribuciones significativas en colaboración con Raphael Weldon, también de origen inglés, por un lado aplicando métodos estadísticos al estudio de las diferencias psicológicas y la inteligencia hereditaria, y por otro lado fundando la revista BIOMETRIKA en 1901, (término utilizado por el enfoque biométrico de Galton a los temas de la herencia).

Durante este siglo XIX, la estadística experimentó un notable desarrollo y consolidación como disciplina científica. Destacaron además personajes como el belga Adolphe Quetelet, quien aplicó las primeras técnicas estadísticas al estudio de fenómenos sociales y demográficos, sentando las bases de la estadística social. Asimismo, Florence Nightingale de origen italiano y enfermera de profesión, utilizó la estadística para mejorar las condiciones sanitarias de los hospitales militares, convirtiéndose en una pionera de la estadística aplicada a la salud pública. Mientras que el inglés William Sealy Gosset, conocido como "Student", desarrolló la distribución t de Student fundamental para el trabajo con variables numéricas y para la inferencia estadística. La necesidad de usar un pseudónimo, se debió a que las políticas de la empresa donde trabajaba, prohibían la publicación de investigaciones científicas. Tan importante fue su aportación que se conserva el nombre, pero de su pseudónimo.

SIGLO XX

Se da inicio a la estadística actual con la teoría de la decisión y los métodos bayesianos, y se caracteriza por el establecimiento de modelos multi-causales, la búsqueda de métodos de estimación más eficientes, la aparición de nuevas pruebas no paramétricas y las técnicas multivariadas. El advenimiento de ordenadores permitió que esta disciplina incluyera grandes bases de datos. En medicina, comienzan a realizarse estudios de factores de riesgo y ensayos clínicos. Los estudios de esta época tenían como objetivo las relaciones causales o las predicciones con base probabilística, dentro de ciertos márgenes de error. Se desarrollaron con mayor precisión los conceptos de exposición, riesgo, asociación, confusión y sesgo, y se incorporó la teoría de la probabilidad y un sinnúmero de técnicas estadísticas avanzadas.

El británico Ronald Fisher, considerado uno de los padres de la estadística moderna, realizó contribuciones fundamentales al desarrollo de la estimación de parámetros, y a la inferencia estadística tal y como la conocemos hoy en día. Fisher introdujo conceptos clave como la función de verosimilitud, la prueba de hipótesis y el análisis de la varianza, destacándose por su línea de investigación en genética y por haber sido editor de la revista BIOMETRIKA.

Como antecedente curioso e histórico en estadística y ciencia, se destaca la rivalidad con Karl Pearson. Este último se destacaba por el uso de un enfoque más matemático y formal, mientras que Fisher tenía una orientación más práctica y empírica centrada en el diseño experimental. Las críticas entre ambos llegaron a ser rudas e intransigentes, sin embargo, estas controversias favorecieron la evolución y diversificación de los métodos estadísticos, ante el continuo e incesante advenimiento de retos científicos.

A través de su trabajo, Fisher demostró cómo utilizar los datos para extraer conclusiones válidas y generalizables sobre una población a partir de una muestra. Sus aportes en el campo de la estadística han sido ampliamente adoptados y aplicados en diversas áreas, desde la biología hasta la economía y las ciencias sociales.

George Box, un destacado estadístico británico, hizo contribuciones fundamentales al campo del diseño de experimentos. Box desarrolló técnicas innovadoras, que permitían a los investigadores planificar y analizar experimentos de manera más eficiente y efectiva. Sus principales aportaciones incluyen el diseño de experimentos factoriales, y el desarrollo de la metodología de superficie de respuesta, Este mismo autor propuso también un enfoque conocido como el modelo ARIMA (siglas en inglés de Autoregressive Integrated Moving Average), que permite identificar y ajustar modelos estadísticos capaces de describir el comportamiento de series temporales complejas. Finalmente contribuyó al avance de la metodología de superficie de respuesta, que utiliza modelos matemáticos para optimizar procesos y sistemas mediante la identificación de las condiciones óptimas.

Con el surgimiento de la estadística computacional, gracias a la aparición de los primeros ordenadores, se abrieron nuevas posibilidades para el tratamiento y análisis de grandes conjuntos de datos. Ante estos desafíos figuras como John Wilder Tukey y David Cox, estadounidense y británico respectivamente, lideraron estos desarrollos. Tukey también se enfocó en la visualización y la comprensión de los datos a través de métodos gráficos y no paramétricos, introdujo técnicas innovadoras, como el diagrama de caja (box plot) y el análisis de componentes principales, que siguen siendo ampliamente utilizadas en la actualidad.

Por su parte Cox también es reconocido por su trabajo denominado análisis de regresión de Cox, un método utilizado en el análisis de supervivencia. Cox desarrolló técnicas innovadoras para modelar y analizar datos complejos en una amplia variedad de campos, desde la medicina hasta la economía y la ingeniería.

El ruso Andrey Kolmogorov, también en el siglo XX, ganó cada vez más importancia en el campo de la teoría de probabilidades y la toma de decisiones. Kolmogorov publicó en 1933 su obra "Fundamentos de la Teoría de la Probabilidad", donde propuso un conjunto de axiomas que definen la probabilidad como una función matemática. Esta colaboración marcó un hito en las matemáticas, al dotar a la teoría de probabilidades de un sólido fundamento teórico.

John Nash, el brillante matemático estadounidense, realizó contribuciones fundamentales al desarrollo de la teoría de juegos, un campo interdisciplinario que analiza las interacciones estratégicas entre agentes racionales. Su trabajo innovador, revolucionó la manera de pensar sobre la toma de decisiones en situaciones de conflicto y competencia. Nash desarrolló el concepto del "equilibrio de Nash", una solución estratégica en la que cada jugador elige la mejor respuesta a las estrategias de los demás jugadores. Este concepto se convirtió en un pilar de la teoría de juegos y ha sido ampliamente aplicado en campos como la economía, la política, la biología y la informática. Las contribuciones de Nash fueron reconocidas con el Premio Nobel de Economía en 1994, otorgado por su obra "Análisis pionero de los procesos de equilibrio en la teoría de juegos". Este trabajo sigue siendo fundamental para comprender la toma de decisiones en entornos competitivos y cooperativos.

El estadounidense Harold Hotelling generalizó la prueba t de Student a varias dimensiones, desarrolló el análisis de correlaciones canónicas y el análisis de componentes principales, esbozado antes por Pearson. El polaco Jerzy Neyman comenzó a desarrollar la teoría del muestreo para superar de manera científica, la posibilidad de ahorrar recursos al no estudiar la población completa, y formuló los diseños de muestreo estratificado y por conglomerado. Dio un nuevo enfoque a las pruebas de significación, fortaleció la teoría sobre los intervalos de confianza y creó lo que denominó ley de Neyman-Pearson, que establece un criterio óptimo para decidir entre dos hipótesis basado en una prueba estadística. Introdujo también el análisis causal, mediante el concepto de efecto de un tratamiento. El inglés Charles Spearman desarrolló el análisis factorial exploratorio, en el ámbito de la Psicometría, que permitió medir variables abstractas no observables (constructos), en especial la inteligencia. También desarrolló el diseño de experimentos factoriales, y el conocido coeficiente de correlación de Spearman.

Maurice George Kendall, también de origen inglés, realizó estudios de series temporales y desarrolló lo que lleva su nombre y que se denomina: coeficiente de correlación por rangos de Kendall. El escocés William Gemmill Cochran, desarrolló la prueba llamada Q de Cochran para comparar muestras pareadas, mientras que el rumano Abraham Wald, introdujo las funciones de pérdida y de riesgo, así como las reglas de decisión admisibles, distribuciones *a priori*, teoría bayesiana de la decisión, y reglas minimax para la toma de decisiones.

El inglés Frank Yates realizó contribuciones a la teoría del análisis de la varianza, donde desarrolló los métodos computacionales para el análisis de experimentos a través de mínimos cuadrados de los denominados bloques equilibrados incompletos, por su parte Frank Wilcoxon de origen irlandés introdujo las pruebas no paramétricas de suma de rangos para dos muestras independientes, y del signo para dos muestras pareadas, alternativas a la prueba paramétrica t de Student.

El estadounidense Quinn Michael McNemar propuso un test para probar la homogeneidad de proporciones en dos muestras correlacionadas, y el israelí Jacob Yerushalmy, introdujo los términos de sensibilidad y especificidad como indicadores para evaluar la eficacia inherente a una prueba diagnóstica. Un mayor desarrollo computacional alcanzado después de la década de los 80, permitió la aplicación de algoritmos iterativos complejos, que solo pueden llevarse a cabo con la ayuda del ordenador, como las técnicas de clasificación de remuestreo: el Bootstrap, la simulación de Montecarlo y las cadenas de Markov.

Otras técnicas desarrolladas son la lógica difusa, la estimación autosuficiente, los modelos bayesianos, los métodos basados en la G-estimación, las técnicas de la minería de datos, reglas de asociación, los árboles de clasificación y las redes neuronales, entre otras. Se introdujeron también técnicas de cálculo de supervivencia en medicina, y surgieron otros métodos de bondad de ajuste para la regresión logística como el test de Hosmer y Lemeshow, el de Score y por último los R2 de Cox y Snell y dio inicio a la aplicación de la curva de características operacionales del receptor (ROC por las siglas en inglés de Receiver Operating Characteristic), para la evaluación de métodos de diagnóstico médico.

SIGLO XXI Y RETOS FUTUROS

En esta era del big data y el aprendizaje automático, la estadística constituye la columna vertebral de algoritmos y modelos que impulsan las innovaciones en inteligencia artificial, análisis predictivo y toma de decisiones basada en datos, sin lugar a dudas todo esto continuara impulsando la estadística hacia nuevas fronteras. También será fundamental desarrollar modelos interpretables y explicables manteniendo precisión y utilidad. Otro reto mayúsculo será desarrollar métodos estadísticos para analizar datos no estructurados como texto, imágenes y videos y crear nuevas técnicas para mejorar la complejidad y dimensionalidad de los datos actuales. Sin lugar a dudas, el énfasis deberá ser puesto en garantizar la replicabilidad de los hallazgos en diferentes contextos, y sobre todo, en formar estadísticos y científicos de datos.

En el campo de la salud en general y de la medicina en particular, la estadística continuará desempeñando un papel decisivo en los ensayos clínicos, los estudios epidemiológicos y la investigación científica, permitiendo la toma de decisiones basada en pruebas y fomentando los avances en los diagnósticos y en los tratamientos. Mediante el empleo de métodos estadísticos, los investigadores pueden identificar patrones y correlaciones que ayudan a comprender el comportamiento humano, las tendencias sociales y la opinión pública.

CONCLUSIÓN

Los legados perdurables que han dejado grandes hombres a través del tiempo con sus contribuciones teóricas y metodológicas, han construido los cimientos de la estadística moderna. Desde sus primeras aplicaciones en censos y administraciones en civilizaciones antiguas, hasta su formalización como una disciplina científica a partir del siglo XVIII, ha tenido un papel crucial no solo para el conocimiento sino para la toma de decisiones. En la actualidad se puede decir que está a la vanguardia del big data y la inteligencia artificial, proporcionando herramientas indispensables para lo que es su tarea fundamental, el análisis de datos. Los desafíos continúan y sin lugar a dudas, seguirá siendo esencial su participación en diferentes áreas del conocimiento. Su historia no solo ha mantenido un enfoque riguroso, sino también ético para la comprensión del mundo, estas características deberán continuar vigentes.

BIBLIOGRAFÍA

- A BRIEF HISTORY OF STATISTICS (SELECTED TOPICS). ALPHA Seminar. 2017, 29 Ago [citado 08/07/2024]. Disponible en: <http://homepage.divms.uiowa.edu/~dzimmer/alphaseminar/Statistics-history.pdf>
- Barrios JA. KARL PEARSON, CREADOR DE LA BIOMETRIA, PRECURSOR DE LA ESTADISTICA CONTEMPORANEA. Cizur Menor, España: Editorial Aranzadi; 2023.
- Betanzos FG, de León M del CEP, López JKC. ESTADÍSTICA APLICADA EN PSICOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA SALUD. Hipodromo: El Manual Moderno, Editorial; 2017.
- Daniel WW. BIOESTADISTICA: BASE PARA EL ANALISIS DE LAS CIENCIAS DE LA SALUD. Editorial Limusa S.A. De C.V.; 2002.
- De la Fuente Solana Joan Guàrdia Olmos EI. HISTORIA DE LA ESTADÍSTICA: UN EJERCICIO PARA ENTENDER EL MUNDO ACTUAL. España: Universidad de Barcelona; 2021.
- De Mora Charles MAGVMS. HISTORIA DE LA PROBABILIDAD Y LA ESTADÍSTICA. España: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia; 2018.
- Del Cerro JS. HISTORIA DE LA PROBABILIDAD Y DE LA ESTADÍSTICA XII. Cizur Menor, España: Editorial Aranzadi; 2023.
- Fernández JS-L. HISTORIA DE LA ESTADÍSTICA COMO CIENCIA EN ESPAÑA, (1500-1900). España: Instituto Nacional de Estadística; 1975.
- Koren J. THE HISTORY OF STATISTICS, THEIR DEVELOPMENT AND PROGRESS IN MANY COUNTRIES: IN MEMOIRS TO COMMEMORATE THE SEVENTY-FIFTH ANNIVERSARY OF THE AMERICAN STATISTICAL ASSOCIATION. USA: American Statistical Association; 1918.
- Lopez FJB. BIOESTADÍSTICA. España: Ediciones Paraninfo, S.A; 2005.

- Macho JMA. HISTORIA DE LA ESTADISTICA. España: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia; 2006
- Martín MA, Horna O, Nedel F, Navarro A. FUNDAMENTOS DE ESTADISTICA EN CIENCIAS DE LA SALUD. Barcelona: Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona; 2010.
- Miranda RHC. BIOESTADÍSTICA APLICADA A LAS CIENCIAS DE LA SALUD. España: Formación Alcalá, S.L.; 2017.
- Stigler SM. THE HISTORY OF STATISTICS: THE MEASUREMENT OF UNCERTAINTY BEFORE 1900. Cambridge, Mass., Estados Unidos de América: Belknap Press; 1990.
- Vilalta JS. MANUAL DE BIOESTADÍSTICA. Barcelona, Spain: Elsevier Masson; 2003.