

Polola, Laura. Profesora de Matemática por la Universidad de Buenos Aires. Ejerce la docencia universitaria desde 1988, actualmente se desempeña como docente de Estadística y de Análisis Matemático en la Universidad Nacional de La Matanza. Desde 1995 es investigadora en el área de la Educación Matemática habiendo realizado publicaciones y presentaciones en congresos de sus trabajos.

Fernández, Graciela. Profesora de Matemática por la Universidad Nacional del Nordeste, Postgrado en Estadística Aplicada a la Investigación por la Universidad Nacional de Córdoba, Postgrado en Investigación en Terapia Ocupacional por la Universidad Nacional de Quilmes y Magister en Ciencias Sociales por la Universidad Nacional de La Matanza. Ejerce la docencia universitaria desde 1975, actualmente se desempeña como profesora de Estadística en la Universidad Nacional de La Matanza y en la Universidad Nacional de Quilmes. Desde 1995 es investigadora en el área de la Educación Matemática habiendo realizado publicaciones y presentaciones en congresos de sus trabajos.

Angel, María Eugenia. Profesora de Matemática por la Universidad de Buenos Aires, Postgrado en Estadística Aplicada a la Investigación por la Universidad Nacional de Córdoba, y Magister Scientiae en Metodología de la Investigación por la Universidad Nacional de Entre Ríos. Ejerce la docencia universitaria desde 1985, actualmente se desempeña como profesora de Estadística en la Universidad Nacional de La Matanza y en la Universidad Virtual de Quilmes y como profesora de Matemática del CBC en la Universidad de Buenos Aires. Desde 1989 investiga y dirige proyectos en el área de la Educación Matemática habiendo realizado publicaciones y presentaciones en congresos de sus trabajos.

GÉNESIS Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

Autores: Angel, M. Eugenia; Fernández, Graciela; Polola, Laura C.

Colaboradores: Brunetti, Silvia M.; Ecalte, Miriam; Pagano, Liliana S.

Resumen

El siguiente artículo muestra la etapa inicial de un trabajo de investigación que parte de un relevamiento histórico de la génesis y evolución de conceptos básicos de Probabilidad y Estadística. El objetivo es analizar el trabajo de pensadores de diversas áreas del conocimiento frente a los conflictos encontrados ante nuevos paradigmas, las condiciones en que se realizara la modelización de las teorías y la posterior llegada a su formalización. La información tratada surge de artículos e investigaciones en educación matemática referidos a los conceptos de Probabilidad y Estadística, en búsqueda de la detección de dificultades y/u obstáculos en su aprendizaje y en el posible uso de la historia como herramienta de enseñanza.

Desde este estudio se proyecta diseñar una metodología de enseñanza, donde se capitalicen las diferentes técnicas y estrategias empleadas en la superación de las dificultades al querer establecer como válidas las ideas primarias y su desarrollo.

Palabras claves: evolución-historia-conflicto-paradigma-metodología-formalización

Abstract

The following article shows the initial stage of investigation work that leaves of a historical report of the genesis and evolution of Probability and Statistic's basic concepts. The objective is to analyze the work of thinkers of diverse areas of the knowledge in front of the opposing conflicts in the presence of new paradigms, the conditions in that it's carried out the shaping up of the theories and the later arrival to its formalization. The treated information arises of articles and investigations in mathematical education referred to the Probability and Statistic's concepts, in search of the detection of difficulties and obstacles in its learning and in the possible use of the history like teaching tool.

From this study it's projected to design a teaching methodology, where the different ones are capitalized technical and strategies used in the overcoming from the difficulties when wanting to settle down as valid the primary ideas and their development.

Key words: evolution-history-conflict-paradigm-methodology-formalization.

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de estrategias y metodologías de enseñanza de la Estadística recorrimos aspectos muy diversos como fuentes de recursos para mejorar el proceso educativo. Entre ellos, quizás el más paradigmático a la hora de revisar los fundamentos donde se cimienta la ciencia que nos ocupa, es el de situarnos en el proceso histórico donde se sucedieron los hechos que hicieron surgir los conceptos que hoy conforman los currículums de las asignaturas de Probabilidad y Estadística¹ en distintos niveles de educación.

La estadística ha jugado un papel preponderante en el desarrollo de las sociedades, particularmente en nuestros días al convertirse en una herramienta metodológica indiscutible para todo investigador en cualquier campo del saber.

Además de su carácter instrumental para otras disciplinas, se reconoce el valor del desarrollo del razonamiento estadístico en una sociedad caracterizada por la disponibilidad de información y la necesidad de toma de decisiones en ambientes de incertidumbre.²

En el siglo XX la estadística ha pasado a ser uno de los componentes culturales presentes en el currículo de la educación media y superior de muchos países del mundo, entre ellos de Argentina. La estadística forma parte de la herencia cultural necesaria para el ciudadano educado de hoy.

En las sociedades actuales donde la característica es la velocidad de los cambios, nos preocupamos continuamente por cuál es la mejor forma de preparar a los jóvenes y qué contenidos relevantes deben incluirse en los programas de esta asignatura dado el dinamismo propio de la ciencia y de su enseñanza.

Algunos objetivos que nos proponemos alcanzar, orientados al mejoramiento de la calidad del proceso educativo en esta disciplina, son:

Revalorizar la historia y evolución de la ciencia en el proceso educativo.

Evidenciar cómo la necesidad en su contexto histórico motivó el continuo desarrollo y crecimiento de la Estadística y más tarde de la Estadística Matemática.

Reflexionar sobre cómo se produce la construcción del conocimiento.

Lograr que los antecedentes históricos de las nociones estadísticas constituyan un verdadero puente entre la Ciencia y los saberes del campo específico del alumno.

¹ En adelante, con el término Estadística se denominará en forma sintética el área de la matemática que comprende Probabilidad y Estadística, identificación que queda explicada con el surgimiento de la estadística inferencial que las vincula e integra.

² Batanero, Carmen. "Los retos de la cultura estadística". Congreso de Estadística. Caseros, Argentina, 2003

La concepción del uso de la historia en la educación varía en función de la filosofía de las matemáticas que se posea constituyendo uno de los ejemplos más importantes de la relación entre la ideología o la filosofía y la práctica educativa matemática.

Creemos además que en contraposición con la inclusión de la historia como fuente de recursos motivadores de carácter anecdótico existe la opción de diseñar programas estructurados con base en el devenir histórico concreto.

La importancia de introducir la historia en la educación matemática no es producto de un desarrollo intrínseco de los contenidos matemáticos, sino que está profundamente condicionado por objetivos que encuentran sentido y coherencia especialmente en las visiones aceptadas consciente o inconscientemente sobre la naturaleza de las matemáticas. Por esto es que más allá de la importancia de las actividades intelectuales de los hombres en su contexto histórico debe enfatizarse el papel de la ideología entendida como conjunto más o menos coherente de representaciones de la conciencia en su construcción.

FUNDAMENTACIÓN

La introducción de la historia como herramienta en la enseñanza de la estadística se enmarca dentro de una visión filosófica que la avala y determina el concepto de enseñanza sobre el que se sustenta el trabajo en el aula.

Miguel de Guzmán³ afirma que la filosofía prevalente sobre lo que la actividad matemática representa tiene un fuerte influjo, más efectivo a veces de lo que aparenta, sobre las actitudes profundas respecto de la enseñanza matemática. Desde la publicación de la tesis doctoral de I. Lakatos (1976), *Proofs and refutations*, se han producido cambios bastante profundos en el campo de las ideas acerca de lo que verdaderamente es el quehacer matemático.

La antigua definición de la matemática como ciencia del número y de la extensión, corresponde a un estadio de la matemática en que el enfrentamiento con la realidad se plasmó en dos aspectos fundamentales, la complejidad proveniente de la multiplicidad (lo que da origen al número, a la aritmética) y la complejidad que procede del espacio (lo que da lugar a la geometría, estudio de la extensión). Más adelante el mismo espíritu matemático se habría de enfrentar con:

- ✓ la complejidad del símbolo (álgebra)
- ✓ la complejidad del cambio y de la causalidad determinística (cálculo)

³ Miguel de Guzmán. Una consideración de fondo. ¿Qué es la actividad matemática? "Tendencias actuales de la enseñanza de la matemática", *Studia Pedagógica. Revista de Ciencias de la Educación*, 21 (1989)

- ✓ la complejidad proveniente de la incertidumbre en la causalidad múltiple incontrolable (probabilidad, estadística)
- ✓ complejidad de la estructura formal del pensamiento (lógica matemática).

La filosofía de la matemática actual ha dejado de preocuparse tan insistentemente como en la primera mitad del siglo XX sobre los problemas de su fundamentación, especialmente tras los resultados de Gödel a comienzos de los años 30, para enfocar su atención en el carácter cuasiempírico de la actividad propia (I. Lakatos), así como en los aspectos relativos a la historicidad e inmersión de la matemática en la cultura de la sociedad en la que se origina, considerándola como un subsistema cultural con características en gran parte comunes a otros sistemas semejantes; provocando que algunos matemáticos reflexionen sobre su propio quehacer y cómo la enseñanza de la matemática debe ser.

La educación matemática se debe concebir como un proceso de inmersión en las formas propias de proceder del ambiente matemático y en la forma peculiar de ver las cosas características de la escuela en la que se entronca. Esta idea tiene profundas repercusiones en la manera de enfocar su enseñanza y aprendizaje.

La matemática es una ciencia más empírica de lo que se creía, sobre todo en su invención, que es mucho más interesante que su construcción formal. Es necesario que la inmersión en ella se realice teniendo en cuenta mucho más intensamente la experiencia y la manipulación de los objetos de los que surge. La formalización rigurosa de las experiencias iniciales corresponde a un estadio posterior. A cada fase de desarrollo mental, como a cada etapa histórica o a cada nivel científico, le corresponde su propio rigor.

Para entender esta rica interacción entre la realidad y la matemática es necesario acudir, por una parte, a su historia, que devela su proceso de emergencia en el tiempo y por otra parte a sus aplicaciones, que hacen patentes la fecundidad y potencia de esta ciencia. Con ello se hace obvio cómo la matemática ha procedido de forma muy semejante a las otras ciencias, por aproximaciones sucesivas, por experimentos, por tentativas, unas veces fructuosas, otras estériles, hasta que va alcanzando una forma más madura, aunque siempre perfectible. Nuestra enseñanza ideal debería tratar de reflejar este carácter profundamente humano de la matemática, ganando con ello en asequibilidad, dinamismo, interés y atractivo.

Es decir la ideología se instala como factor social que determina el devenir no sólo intelectual, sino socio-histórico.

Según Guillermo Boido: "Se pretende señalar los riesgos que entrañan la ausencia de *vertientes culturales* en la educación científica que se imparte hoy. Al presentar ante el educando una versión (irreal) de una ciencia desvinculada del quehacer concreto del investigador y del contexto histórico, social y cultural que enmarcó su tarea y sus logros[...]. Se corre el riesgo de dar una imagen desnaturalizada del quehacer científico y de la ciencia misma, conocimiento provisional, evolutivo, autocrítico y autocorrectivo".⁴ Afirma Ángel Ruiz⁵ que innumerables textos hacen referencias a pasajes históricos y en ciertas ocasiones, el orden histórico se ha tomado como base en la explicación de contenidos. Sin embargo, el uso de la historia de la Matemática ha sido muy reducido incluso en buena parte de la enseñanza moderna, no aparece en ninguna forma y hasta en la formación profesional docente se ha eximido de su aprendizaje o solo se dan casos de "cursos aislados y poco meditados".

Por eso Batanero (2002)⁶ describe los componentes básicos de la formación didáctica de los profesores, a saber:

- La reflexión epistemológica sobre el significado de los conceptos, procedimientos particulares que se pretende enseñar.
- Análisis de las transformaciones del conocimiento para adaptarlos a los distintos niveles de enseñanza.
- Estudio de las dificultades, errores y obstáculos de los alumnos en el aprendizaje y sus estrategias en la resolución de problemas que permitirán orientar mejor la enseñanza y evaluación del aprendizaje.
- Análisis del currículo, situaciones didácticas, metodología de enseñanza para temas específicos y recursos didácticos específicos.

La Dra. Herminia Hernández Fernández⁷ presupone que en la enseñanza de esta ciencia hay que mostrar el movimiento y desarrollo de los modelos matemáticos, conceptos, teoremas, métodos matemáticos, y que éstos tienen su origen en la realidad objetiva, en las relaciones conjuntistas, estructurales y de posición y que son sus imágenes abstractas a menudo muy alejadas de la realidad. Y aclara que unos de los aspectos que contribuye a hacer dinámico el pensamiento es tener en cuenta el hecho histórico

⁴ Artículo de Guillermo Boido, a raíz del Programa de Epistemología, Lógica, Metodología e Historia de la Ciencia de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA. "*Historia de la ciencia y vida en la ciencia. Algunas reflexiones educativas*". 1996.

⁵ Extractos del artículo de Ángel Ruiz, aparecido en el Boletín Informativo del Comité Interamericano de Educación Matemática (CIAEM) Año 5, N° 2. Noviembre de 1997.

⁶ Batanero, Carmen., 2003. op. cit.

⁷ Hernández Fernández, Delgado Rubí, Fernández de Alaiza, Valverde Ramirez y Rodríguez Hung. "Cuestiones de Didáctica de la Matemática". *Serie educación*. Homo Sapiens Ediciones. 1998, Rosario, Argentina. pp. 7-8.

acompañado del análisis de las insuficiencias y de las limitaciones de un concepto matemático en un determinado momento y su reemplazo por otro, que satisfaga esas limitaciones⁸.

Arribando al tema central de esta investigación que es la enseñanza de la estadística, Holmes (2002)⁹ considera que las lecciones de estadística dentro de los libros de textos de matemáticas no tienen como objetivo preferente la actividad estadística, provocando muchas veces que los alumnos finalicen los cursos sin adquirir una competencia real para llevar a cabo un trabajo estadístico.

Lo afirmado por Holmes se observa generalmente en que los alumnos realizan sólo cálculos y desarrollos matemáticos dejando de lado la interpretación y conceptualización de los mismos.

En los últimos años se ha venido forjando el término "statistics literacy" para reconocer el papel del conocimiento estadístico en la formación elemental. El hecho de que el Sexto Congreso Internacional sobre Enseñanza de la Estadística, celebrado en la Ciudad del Cabo en julio de 2002, tuviese como lema "El desarrollo de una sociedad estadísticamente culta", es un claro indicador de esta relevancia (Moreno, 1998; Murray y Gal, 2002).

Batanero aclara que el objetivo principal no es convertir a los futuros ciudadanos en "estadísticos aficionados", puesto que la aplicación razonable y eficiente de la estadística para la resolución de problemas requiere un amplio conocimiento de esta materia y es competencia de los estadísticos profesionales. Tampoco se trata de capacitarlos en el cálculo y la representación gráfica, puesto que los ordenadores resuelven este problema, lo que se pretende es proporcionar una "cultura estadística".

Para Gal¹⁰, la cultura estadística incluye dos componentes interrelacionados:

- a) capacidad para interpretar y evaluar críticamente la información estadística, los argumentos apoyados en datos o los fenómenos estocásticos que las personas pueden encontrar en diversos contextos, incluyendo los medios de comunicación, pero no limitándose a ellos, y
- b) capacidad para discutir o comunicar sus opiniones respecto a tales informaciones estadísticas cuando sea relevante.

⁸ Hernández Fernández, H. y otros (1998). P.21.

⁹ Holmes, P. (2002). Some lessons to be learnt from currículo developments in stadistics. En B. Philips (Ed.) Proceedings of the Sixth internacional Conference on Teaching of Statistics. Ciudad del Cabo: IASE. CD ROM.

¹⁰ Gal, I. (2002). Adut 's statistical literacy. Meanings, componentes, responsibilities. International Statistical Review, 70 (1), pp: 2-3

Con respecto a la cultura estadística resulta explicativo lo que expresan Wild y Pfannkuch (1999)¹¹ en relación al razonamiento estadístico. Dicen los autores que este tipo de razonamiento incluye cinco componentes fundamentales, a saber:

- ✓ Reconocer la necesidad de los datos: La base de la investigación estadística es la hipótesis de que muchas situaciones de la vida real sólo pueden ser comprendidas a partir del análisis de datos que han sido recogidos en forma adecuada.
- ✓ Transnumeración: Significa la comprensión que puede surgir al cambiar la representación de los datos. Al contemplar un sistema real desde la perspectiva de modelización, puede haber tres tipos de transnumeración: (1) a partir de la medida que "captura" las cualidades o características del mundo real, (2) al pasar de los datos brutos a una representación tabular o gráfica que permita extraer sentido de los mismos; (3) al comunicar este significado que surge de los datos, en forma que sea comprensible a otros.
- ✓ Percepción de la variación: La recolección adecuada de datos y los juicios correctos a partir de los mismos requieren la comprensión de la variación que hay y se transmite en los datos, así como la incertidumbre originada por la variación no explicada. La estadística permite hacer predicciones, buscar explicaciones y causas de la variación.
- ✓ Razonamiento con modelos estadísticos: Cualquier estadístico, incluso un gráfico simple, una línea de regresión o un resumen puede contemplarse como modelo, pues es una forma de representar la realidad. Lo importante es diferenciar el modelo de los datos y al mismo tiempo relacionarlo con los datos.
- ✓ Integración de la estadística y el contexto.

Este modelo describe el razonamiento estadístico en forma global.

Es este tipo de razonamiento el que deberían lograr los alumnos, por tal motivo la metodología pasa a ser nuevamente el centro de interés donde la historia juega un rol muy importante. Son la descripción y el esclarecimiento de los pasos constructivos que históricamente se han dado en la evolución de la estadística los que favorecen su mejor aprovechamiento intelectual y formativo, asignándole un mayor énfasis a la contextualización histórica, social, cultural y empírica de su naturaleza y enseñanza.

RESEÑA HISTÓRICA

Toda ciencia es medición, toda medición es estadística. (Helhomtz)

¹¹ Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67 (3), pp: 223-265

Origen de la palabra Estadística

La palabra *Estadística* tiene sus antecedentes históricos en los censos, recuentos o inventarios, de personas o bienes, realizados aún antes de Cristo.

Para algunos autores, el vocablo *statistik* proviene de la palabra italiana *statista* y fue utilizado por primera vez en 1752 por Gotfried A. Achenwall con el significado de "ciencia de las cosas que pertenecen al estado". Achenwall fundó la Escuela de Göttingen y es conocido por los alemanes como el padre de la estadística, reconocimiento que él atribuye a Hermann Conrig (1606-1681).

Para otros autores la palabra "estadística" deriva de *status* que en el latín medieval tenía el sentido de "estado político". Y con este sentido es usado por primera vez en el Hamlet de Shakespeare. Posteriormente se la usó en tratados de política económica y significaba la exposición sistemática y ordenada de las características más notables de un Estado¹².

El Dr. E. A. W. Zimmerman introdujo el término *statistics* en Inglaterra. Su uso fue popularizado por sir John Sinclair en su obra *Statistical Account of Scotland* ("Informe estadístico sobre Escocia 1791-1799")¹³.

Declaraba Gustav Rumelin en 1863, la cultura alemana exige definiciones de concepto y de objeto. ¿Es la estadística una ciencia? Si lo es, ¿qué clase de ciencia es y cuáles son sus conceptos y objetos? "Hasta ahora hay sesenta y dos definiciones diferentes de estadísticas. La mía hará que haya sesenta y tres"¹⁴.

Algunas definiciones de Estadística

Las diferentes definiciones de Estadística la ubican en múltiples contextos, desde el propio al utilitario, pasando por el matemático y social: para Karl Pearson trata de las aplicaciones de la teoría matemática a la interpretación de observaciones masivas; Jerzy Neyman la incluye dentro del cálculo de probabilidades; Harald Cramer dice que investiga la posibilidad de extraer de datos estadísticos inferencias válidas elaborando los métodos mediante los cuales se pueden obtener dichas inferencias. Finalmente, para Alexander Mood la estadística no es otra cosa que la tecnología del método científico¹⁵. Las discusiones sobre lo que realmente es la estadística son actuales, incluso en su taxonomía. La UNESCO la clasifica dentro de las ciencias sociales, pero FONDECYT la incluye dentro de la matemática y a ésta en las ciencias exactas y naturales.

¹² Cortada de Kohan, Nuria y Carro, José Manuel. "Estadística aplicada". Ediciones previas/Psicología. EUDEBA, Buenos Aires, 1968. p. 3.

¹³ Levin, Richard I. y Rubin David S. "Estadística para administración y economía". PEARSON Educación. 7ª edición. México, 2004. p.3.

¹⁴ Hacking, Ian. La Domesticación del azar. Editorial Gedisa, Barcelona, España, mayo 1995. p. 49.

¹⁵ Ferreiro, Osvaldo y Fernández de la Reguera, Pedro, "La estadística, una ciencia de la controversia". Revista Universitaria N° 25. Instituto de Matemáticas y Física. Universidad de Talca. Chile. (1988)

Rosalinda Flores García (1998) señala que “es posible hablar de dos términos y metodologías diferentes. Si se trata de la recolección, presentación y caracterización de un conjunto de datos que arrojan como resultado la descripción de las diversas características de una población o muestra, tiene lugar una metodología llamada estadística descriptiva. Esas experiencias, enriquecidas con los conceptos de la teoría de probabilidades hacen posible la estimación de características de una población, validación de distribuciones o la toma de decisiones sobre algún factor de la población, sin conocerla enteramente y basándose sólo en los resultados de un muestreo. Esta metodología se llama estadística inferencial¹⁶.

Leonard J. Kazmier (1998) dice que la estadísticas es el conjunto de técnicas que se emplean para la recolección, organización, análisis e interpretación de datos¹⁷.

Cortada de Kohan, Nuria (1994), nos acerca una posible definición y demarca un poco más el panorama citando a otros autores. “Por estadística entendemos los métodos científicos por medio de los cuales podemos recolectar, organizar, resumir, presentar y analizar datos numéricos relativos a un conjunto de individuos u observaciones y que nos permiten extraer conclusiones válidas y efectuar decisiones lógicas”.

Según Yule¹⁸ por estadística damos a entender datos cuantitativos fuertemente influidos por una multitud de causas.

Para Gini¹⁹ la Estadística, en su aspecto metodológico, es una técnica adecuada al estudio cuantitativo de los fenómenos de masa o colectivos, entendiendo por tales aquellos cuya medición requiere una colección de observaciones de otros fenómenos más sencillos llamados fenómenos aislados o individuales²⁰.

Al respecto, Nuria Cortada de Kohan agrega que es importante señalar que se habla de fenómenos cuya medición requiere una colección de observaciones, pues hay fenómenos que se presentan en masa pero no se requiere observación alguna, pues se conocen a priori.

¹⁶ Flores García, Rosalinda; Lozano de los Santos, Héctor. “Estadística”. Aplicada para Administración. Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. México, 1998. p. 2.

¹⁷ Leonard J. Kazmier. Estadística aplicada a la Administración y Economía. Tercera edición. Mc. GRAW HILL. (1998)

¹⁸ Yule, G.O. y Kendall N.G. “Introducción a la Estadística Matemática. Ed. Aguilar, Madrid 1947. Citado por Cortada de Kohan, N. “Diseño Estadístico”. EUDEBA, Bs. As. 1994. p. 23.

¹⁹ Gini C. “Curso de estadística. Editorial Labor, Barcelona 1953, citado por Cortada de Kohan, Nuria (1994). p.24.

²⁰ Cortada de Kohan, Nuria (1994).

Rafael Alvarez Alva. (1991)²¹ en el capítulo de "Estadística médica y de la salud" incluye cuatro definiciones que considera muy importantes pues muestran el avance que ha tenido lugar en esta disciplina:

Croxton y Cowden: es el método científico que se utiliza para recolectar, elaborar, analizar e interpretar datos sobre características susceptibles de ser expresadas numéricamente, de un conjunto de hechos, personas o cosas.

Yule y Kendall: es el método científico que sirve para la elucidación de datos cuantitativos que obedecen a múltiples causas.

Mainland: es el método científico que se ocupa del estudio de la variación.

Ligia Moya: es la rama del saber que trata del desarrollo y aplicación de métodos eficientes de recolección, elaboración, presentación, análisis e interpretación de datos. Para Chou Ya Lun (1991)²², la función principal de la estadística es elaborar principios y métodos que nos ayuden a tomar decisiones frente a la incertidumbre.

Según Kreyszig, Erwin (1981), la estadística matemática trata de la teoría y aplicación de métodos para coleccionar datos estadísticos, analizarlos y hacer deducciones a partir de ellos. Estos tienen un rasgo en común que se deriva de la presencia de efectos que no podemos predecir porque son resultado de factores que no pueden ser controlados y con frecuencia ni siquiera enumerados, un solo caso muestra "*irregularidad aleatoria*" que hace imposible predecir resultados pero un gran número de casos exhiben "*regularidad estadística*". Es importante descubrir detalles de esas "leyes estadísticas" para crear un modelo matemático.²³

Fausto I. Toranzos (1962) afirma que en primer lugar tenemos que tener en cuenta que el objeto de los estudios estadísticos está en los fenómenos que se refieren a poblaciones muy numerosas. Resulta, a menudo, que si deseamos estudiar el comportamiento de ellas, respecto de una propiedad o característica, los métodos deterministas son inaplicables frente a la complejidad del fenómeno[...] Es entonces cuando la Estadística apoyada en el cálculo de probabilidades se hace presente, y mediante un esfuerzo de síntesis, que es la característica de sus métodos, introduce estudios referentes al comportamiento promedio de los individuos, logrando, en esa forma, superar la indeterminación que se manifiesta en los casos particulares[...] Dice al respecto Darmais: "La Estadística tiende a recoger, caracterizar numéricamente y

²¹ Alvarez Alva, Rafael. "Salud Pública y Medicina Preventiva". Editorial El Manual Moderno. México, 1991. pp 121-122.

²² Chou Ya Lun. Análisis Estadístico. Mc. GRAW-HILL. Última edición. 1991

²³ Kreyszig, Erwin. "Introducción a la Estadística Matemática". Principios y métodos. EDITORIAL LIMUSINA, S.A. México, Quinta reimpresión, 1981. pp.17 y 18.

coordinar grupos de hechos, grupos generalmente numerosos, hechos generalmente complejos".²⁴

En síntesis, nos referimos a la ciencia de la recolección y análisis de datos para la toma de decisiones, transformando datos en información. En su método comienza presentando técnicas de diseño y recolección de datos respecto a un fenómeno y luego mediante la estadística descriptiva se resume lo medular de la información. La inferencia estadística desde la probabilidad extiende las conclusiones obtenidas de la muestra a la población de la que es parte, además de postular modelos que se ajusten a los datos.

Desarrollo de la Ciencia Estadística

"La Estadística se estructuró, como disciplina científica, en el siglo pasado, pero ya se conocía y se aplicaba en forma rudimentaria desde la antigüedad".²⁵

El Dr. Fausto I. Toranzos, identifica cuatro hitos principales en la constitución de la Ciencia estadística tal como la conocemos hoy en día, a saber:

- 1°- Confección de resúmenes estadísticos.
- 2°- Formalización de la estadística descriptiva
- 3°- Momento en que se relacionan el cálculo de probabilidades y la estadística
- 4°- Estructuración matemática de la estadística

La clasificación elegida responde a los cuatro grandes interrogantes que nos formulamos al momento de querer reconstruir el camino realizado por esta Ciencia.

1°- ¿Cuándo se comenzaron a realizar resúmenes estadísticos?

Prácticamente el hombre comenzó a registrar datos -de cosechas, de población, etc.- desde que dejó de ser nómada.

Desde la antigüedad nos llegan testimonios (documentos e inscripciones en donde grandes cantidades de datos numéricos se ven representados por promedios y por gráficas) procedentes de las diversas culturas como la sumeria -pueblos de Asiria y de Babilonia-, la egipcia, la árabe y de la misma Roma (también desde las culturas occidentales) pero sin formalización alguna, hasta que el economista prusiano Gottfried Achenwall utilizó el término de estadística referido a masas de datos numéricos, a su concentración y presentación en tablas y gráficas²⁶.

²⁴ Toranzos, Fausto I. "Teoría Estadística y Aplicaciones". Ediciones Macchi. 1997. pp.7 y 8.

²⁵ Toranzos, Fausto I. Op. cit.. p.3.

²⁶ Flores García, Rosalinda; Lozano de los Santos, Héctor. "Estadística". Aplicada para Administración. Grupo Editorial Iberoamérica, S.A.de C.V. México, 1998. p. 1

Mucho antes de nuestra era ya se efectuaban relevamientos de población y de recursos, algunos ejemplos lo constituyen:

- ✓ Las tablas de Estadística agrícola utilizadas por los chinos miles de años antes de la era cristiana. En la China, Confucio (500 a. C), habla de cómo el rey Yao (3000 a. C) mandó hacer una verdadera estadística agrícola y un relevamiento comercial del país.
- ✓ Los censos realizados para facilitar la función del Estado mencionados en la Biblia, como la referencia de: el censo de los israelitas realizado por Moisés en el desierto, razón por la que se dio a aquella parte especial del libro el nombre de los Números²⁷ y en El Viejo Testamento el Censo del rey Herodes.
- ✓ Realizaron censos también los romanos, los griegos y los egipcios. Los primeros para aplicar impuestos y los últimos para restituir las propiedades ubicadas en las márgenes del Nilo, después de las inundaciones.

Se puede afirmar que el quehacer estadístico es tan antiguo como la historia registrada, mas fue después de varios siglos cuando se sistematizaron sus resultados.

2º- ¿Cómo comenzó a formalizarse la estadística?

Con la aparición de la estadística de fenómenos que “golpeaban a la sociedad” como lo son la muerte, epidemias, casos de suicidios, enfermedades mentales y todo tipo de delitos, los que dieron origen a la publicación de datos referidos a los mismos. Fue un verdadero alud de números impresos que dio inicio al recuento e inventario de los seres humanos y de sus hábitos²⁸.

En 1532 al producirse la peste en Inglaterra, durante el reinado de Enrique VII, se empezaron a registrar los fallecimientos. Y en Francia por medio de una ley se requirió al clero que registrara los bautismos, defunciones y matrimonios.

A fines del siglo XVI, durante un brote de peste, el gobierno inglés empezó a publicar semanalmente las estadísticas de mortalidad. Práctica que continuó y que por el año 1632 estas *Listas de Mortalidad -Bills of Mortality-* contenían listados de nacimientos y muertes clasificados según el género.

En 1662, John Graunt utilizó los listados de mortalidad publicados hasta ese momento para realizar predicciones acerca del número de personas que morirían a causa de diferentes enfermedades, y sobre la proporción de nacimientos, de ambos sexos, que podía esperarse. Resumido en su trabajo, *Natural and Political Observations Mentionet*

²⁷ Cortada de Kohan, N. y Carro, J. M. “Estadística aplicada”. EUDEBA, Bs As. 1968. p. 3.

²⁸ Hacking, Ian. La Domesticación del azar. Editorial Gedisa, Barcelona, España, mayo 1995. p.9.

in a following Index, and made upon the Bills of Mortality, el estudio de Graunt fue uno de los primeros análisis estadísticos²⁹.

Newman sostiene que la estadística fue fundada por Graunt pues fue la mencionada obra el primer intento de interpretación de los fenómenos biológicos de masa y de la conducta social, a partir de datos numéricos³⁰.

En 1995 Ian Hacking, concluye que en esa época, a partir de tamaña irrupción de cifras impresas el determinismo fue subvertido por leyes del azar. Para sustentar la presencia de leyes estadísticas era menester que se dieran regularidades semejantes a leyes en vastas poblaciones; pues la simple colección rutinaria de datos numéricos no es suficiente para que afloren a la superficie leyes estadísticas. Aclara además que el uso de la probabilidad en lo social no se realiza desde las concepciones matemáticas de la probabilidad sino desde donde realmente surgió: la metafísica, la epistemología, la lógica y la ética ³¹.

En la misma época se creó en Londres la Escuela de Aritmética-Política que hacía estudios demográficos, actuariales y llevaba datos oficiales. De esta escuela derivaron dos tendencias en estadística:

- La denominada enciclopedicomatemática que se entronca con la aparición del cálculo de probabilidades. Algunas figuras representativas son:

Christian Huyghens, Blaise Pascal y Pierre Fermat; la familia de matemáticos Bernoulli que dieron fama durante más de medio siglo a la Universidad de Basilea.

Abraham De Moivre, Pierre Simon Laplace, Carl Friedrich Gauss, Simeón Denis Poisson, Adolfo Quetelet, Gournot y Francis Galton. De éste último procede toda la escuela inglesa de estadísticos y biometristas (Pearson, Fisher, Yule, Spearman, Gosset -Student-, Thurstone, etc.).

- La demográfica que procede idealmente de los primeros "aritméticos políticos", iniciada por Graunt. Numerosos discípulos continuaron su obra, particularmente William Petty (1627-1687) y Süßmilch (1707-1767). El primero fue su continuador en Inglaterra y el segundo en el continente europeo.³²

Sir John Sinclair, de esta escuela, robó a los germanos las palabras "estadísticas" y "estadística", reconociéndolo públicamente por escrito. Ante la disputa generada los aritmético políticos saltaron al primer plano internacional. Las agrias discusiones y duros ataques entre Londres y Göttingen terminaron con la Escuela de Göttingen. Esta se

²⁹ Levin, Richard I. ;Rubin, David S. OP.cit. p.3.

³⁰ Newman, James R. "Sigma. El mundo de las matemática". Ed. Grijalbo. T 3. Parte 2. pp. 104

³¹ Hacking, Ian (1995) .Op.cit . pp. 36 y 37

³² Cortada de Kohan, Nuria y Carro, José Manuel. Op. cit. pp. 4 y 5.

disolvió, y así surgió la estadística como disciplina aceptada que a partir de Galton se convierte en ciencia.

3º- ¿Cuándo se relacionan el Cálculo de probabilidades y la Estadística?

Hoy en día cuando se habla de estadística surge casi naturalmente la idea del azar pero esto no siempre fue así.

En el siglo XVII paralelamente al desarrollo de la Estadística como disciplina científica pero en forma independiente, se desarrolló el Cálculo de probabilidades. Se podría decir que a fines del siglo XIX se comenzó a utilizar el concepto de azar, indeterminismo o aleatorio.

Sus iniciadores son los matemáticos italianos y franceses de ese siglo, particularmente Pierre Fermat y Blaise Pascal, quienes dieron origen a los estudios del cálculo de probabilidades, tratando de resolver problemas de juegos de azar propuestos por el caballero de Méré.

Los primeros estudios sobre probabilidad estaban intrínsecamente unidos con los juegos de azar, buscando la máxima rentabilidad monetaria o mayor utilidad, objetivo vigente hasta que apareció la obra de Daniel Bernouilli en 1730.

Posteriormente, el empleo del método de los mínimos cuadrados es desde su introducción por Gauss y Legendre, la técnica de estimación más utilizada en el ámbito de la medida. (Rafael Ferrer Torío, marzo 2001)³³.

Los primeros nombres ligados a esta etapa significativa son:

- ✓ Los Bernouilli, originarios de los Países Bajos pasaron a Suiza. Jakob Bernouilli (1654-1705), formuló las tablas de distribución de probabilidad Binomial e inició los estudios sobre la estabilidad de las series de datos obtenidos a partir de registros de mortandad. Su obra *Ars conjectandi* fue publicada póstumamente en 1713, en ella se establecieron las bases de la teoría de la probabilidad. Su sobrino, Daniel Bernouilli (1700-1782) se dedicó al estudio de la teoría de probabilidades relacionándola formalmente en sus aplicaciones prácticas con la estadística.
- ✓ Los conocimientos que desde el Renacimiento tenían algunos matemáticos como Tartaglia sobre los juegos de azar fueron tratados posteriormente por:
- ✓ Pierre Fermat (1601-1665), en su *Teoría general de las combinaciones* y formalizados en el siglo XVIII con los estudios de Jakob Bernouilli.
- ✓ Thomas Bayes (1702-1761) fue el autor de la primera inferencia inductiva formal.

³³ Rafael Ferrer Torío, 2001. Catedrático de Universidad de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. Universidad de Cantabria.

Estos logros culminaron con la obra de

✓ Pierre Simon Laplace (1749-1827), que establece las primeras hipótesis estadísticas de orden intuitivo, lleva a cabo estudios sistemáticos de cómo se desvía un conjunto de valores a partir de su promedio y escribe la *Teoría analítica de las probabilidades* en 1818 y *Ensayo filosófico sobre las probabilidades* (1814).

Los trabajos de Laplace permitieron dar su definitiva estructuración al Cálculo de probabilidades. Se puede decir que la obra del propio Laplace y de otros matemáticos como Poisson, Gauss, etc., proveyeron al Cálculo de probabilidades de recursos matemáticos llevándolo a un grado de perfeccionamiento que lo ha hecho apto para las aplicaciones a diversos campos de la ciencia y muy especialmente a la Estadística. A partir de Laplace, las dos disciplinas, Cálculo de probabilidades y Estadística, que hasta entonces habían permanecido separadas, se fusionan de manera que el Cálculo de probabilidades se constituye en el andamiaje matemático de la Estadística.

El impulso que llevó al estado actual de desarrollo del Cálculo de probabilidades, producido entre fines del siglo XIX y principios del XX, se debe principalmente a franceses, rusos y norteamericanos, con la colaboración de alemanes, escandinavos, ingleses, italianos, etc.³⁴

4º- ¿Cuándo la estadística pudo constituirse con una estructuración matemática?

Ese fue el inicio de una escuela que dominó a lo largo del siglo XIX.

✓ Carl Friedrich Gauss (1777-1855). Desarrolló estudios referidos a la ley normal del error y al método de mínimos cuadrados. Publica un tratado sobre las series hipergeométricas. Gauss, Bessel y el propio Laplace llegaron a establecer el método de mínimos cuadrados, como procedimiento matemático para resolver el problema fundamental de la teoría de los errores que constituye la primera rama de la Estadística con una estructuración teórico-matemática.

✓ Simon Denis Poisson (1781-1840), discípulo de Laplace, redacta la distribución que lleva su nombre y en 1837 establece el desarrollo matemático de la "ley de los grandes números".

La introducción de métodos estadísticos en la industria, ciencias físicas y sociales, y en otros campos, comenzó hace sólo unas cuantas décadas con algunas implicancias aún hoy no entendidas. Su importancia se halla en: la creación de métodos matemáticos que permiten realizar inferencia estadística acerca de las poblaciones a partir de muestras y

³⁴ Toranzos, Fausto I. Op. cit. p. 5.

la complicación creciente de los problemas científicos, de ingeniería, economía y política. Por ambas ha crecido la demanda de métodos más precisos y de la estadística matemática. Con los desarrollos estadísticos del siglo XX se puede afirmar que la Estadística es capaz de proporcionar esos métodos para una gran cantidad de problemas prácticos importantes.

Históricamente, a fines del siglo XIX y principios del XX hubo un gran impulso en el desarrollo de la estadística matemática por parte de Kart Pearson y su escuela (University Press, Cambridge)³⁵.

Historia reciente

En Inglaterra tuvo su origen la Estadística Experimental.

Con Galton y Weldon (1860-1906) que medían características biológicas, surgió la biometría, fundaron la revista *Biometrika* (y con ello la ciencia y la palabra) y estimularon el desarrollo de la estadística con los descubrimientos de Pearson y Fisher. El *diseño de experimentos* fue creado, tal como se concibe hoy en día, por R. A. Fisher (1890-1962). Mucha gente considera a Fisher el más grande estadístico de todos los tiempos. Publicó libros sobre varios aspectos de la Estadística y una infinidad de artículos, entre ellos *Statistical methods for research workers* (1925) y *The design of experiments* (1935, editados por Oliver y Boyd, Edimburgo). La mayor parte de sus contribuciones teóricas fueron compiladas en el libro *Contributions to Mathematical Statistics* (John Wiley y Sons, N. York, 1950).

Fisher impulsó su carrera como estadístico de la Estación Experimental de Rothamsted a partir de 1919, con lo que creó de paso una tradición de utilización de la Estadística en agricultura. Finalmente, por si lo demás fuera poco, el aporte de Fisher a la genética (por ejemplo el llamado "teorema fundamental de la genética" y el libro *The genetical theory of natural selection*, 1930, Oxford University Press) lo hace ser considerado uno de los pilares de la Genética moderna.

La enorme contribución de Fisher a la Estadística fue continuada en la Estación Experimental de Rothamsted por su sucesor Frank Yates con trabajo pionero en bloques incompletos, modelos lineales, mínimos cuadrados y computación.

³⁵ Kreyszig, Erwin. "Introducción a la Estadística Matemática". *Principios y métodos*. EDITORIAL LIMUSINA, S.A. México, Quinta reimpresión, 1981. pp.19 y 20.

En el primer tercio del siglo XX irrumpen con fuerza en el ámbito científico-matemático corrientes que tratan de configurar un marco propio para la axiomatización de la teoría de la probabilidad y las bases para sustentar la estadística inferencial.

El desarrollo de estas corrientes ocupó un amplio período de tiempo donde científicos de gran renombre fueron plasmando sus teorías:

Preparación de una base topológica y de las estructuras asociadas necesarias para establecer una nueva axiomática (E. Cantor (1845-1918), D. Hilbert (1862-1943), E. Borel (1871-1956)).

Inicio y consolidación de la axiomática de la teoría de la probabilidad (H. Lebesgue (1875-1941), A. N. Kolmogorov (1903-1987) y W. Feller (1906-1970)).

Desarrollo de la inferencia estadística clásica y su aplicación a Ingeniería, Industria (A. Harkov (1856-1922), K. Pearson (1856-1936), W. S. Gosset-Student (1876-1937); G. W. Snedecor (1881-1974); R. Von Mises (1883-1953) y R. A. Fisher)). Estas áreas fueron perfeccionándose simultáneamente, consiguiendo en tan solo cincuenta años desarrollar contenidos que han formado una estructura propia en el ámbito de las ciencias matemáticas.

A partir de mediados del siglo XX, tras la puesta en práctica de la inferencia clásica, surgen investigadores que tratan de implementar aplicaciones dirigidas hacia las ciencias sociales y el ámbito económico surgiendo la inferencia estadística moderna que tiene dos pilares fundamentales: la teoría de la decisión y los métodos bayesianos.

Teoría de la decisión. Punto de partida en los trabajos de Wald (1950). Pretende establecer una teoría, unas reglas de acción en situación de incertidumbre o riesgo. El valor de cualquier decisión es medido por su pérdida.

Teoría bayesiana. Admite conocimientos a priori, así como observaciones nuevas. Las a priori son modificadas por las verosimilitudes.

Finalmente, la inferencia estadística robusta configura una teoría más afinada en aspectos tan interesantes como la parte de estimación y de contraste.

El término robusto fue establecido por Box (1953), tratando de forzar hacia una modelización más completa que la establecida. Trabajos posteriores fueron reforzando la teoría, destacándose: Quenouille (1956), con técnicas que permiten reducir el sesgo y establecer nuevos entornos para la estimación; Anscombe (1960), estimulando la investigación teórica y experimental en datos extremos; Huber (1964), diseñando los procedimientos estadísticos robustos; Hampel (1968), introduciendo el uso de curvas de influencia para analizar la sensibilidad de los estimadores; Jaeckel (1971) y Berger (1976), sobre aspectos de admisibilidad de los estimadores.

Esta breve reseña pone de manifiesto que el conocimiento se encuentra en permanente expansión en forma dinámica desde el momento de su concepción. Expansión que fue posible desde las controversias, paradigmas en conflicto, luchas y ambiciones entre otras causas.

Tomar conciencia de ese proceso posibilita diseñar metodologías de enseñanza donde la esencia de la ciencia esté presente para comprenderla y lograr su conceptualización en virtud de la evolución histórica como modelo de construcción de conocimiento.

Bibliografía

- Alvarez Alva R. "Salud Pública y Medicina Preventiva". Manual Moderno. México 1991
- Batanero, Carmen. "Los retos de la cultura estadística". Congreso de Estadística. Caseros, Argentina, 2003.
- Boido, Guillermo. "*Historia de la ciencia y vida en la ciencia. Algunas reflexiones educativas*". Artículo del Programa de Epistemología, Lógica, Metodología e Historia de la Ciencia de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA. 1996.
- Cortada de Kohan, Nuria. "Diseño Estadístico". Para investigadores de las Ciencias Sociales y de la Conducta. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Agosto de 1994.
- Cortada de Kohan, Nuria y Carro, José Manuel. "*Estadística aplicada*". Ediciones Previas/Psicología. Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1968.
- Chou Ya Lun. Análisis Estadístico. Mc. GRAW-HILL. Última edición. 1991
- Ferreiro, O.; Fernández de la Reguera, P., "La estadística, una ciencia de la controversia", Revista Universitaria Nº 25 del ImyF. Universidad de Talca. Chile. 1988
- Flores García, Rosalinda; Lozano de los Santos, Héctor. "Estadística". Aplicada para Administración. Grupo Editorial Iberoamérica, S.A.de C.V. México, 1998.
- Guzmán, M. de, *Tendencias actuales de la enseñanza de la matemática*, Studia Pedagógica. Revista de Ciencias de la Educación, 21 (1989),19-26.
- Hacking, Ian. La Domesticación del azar. Editorial Gedisa, Barcelona, España, 1995.
- Hernández Fernández, H.; Delgado Rubí, J.; Fernández de Alaiza, B.; Valverde Ramirez, L. y Rodríguez Hung, T. "Cuestiones de Didáctica de la Matemática". *Serie educación*. Homo Sapiens Ediciones, Rosario, Argentina, 1998.
- Holmes, P. Some lessons to be learnt from currículo developments in stadistics. En B. Philips (Ed.) Sixth Internacional Conference on Teaching of Statistics. Ciudad del Cabo: IASE. CD ROM. 2002
- Kazmier L.J. Estadística aplicada a la Administración y Economía. Mc.GRAW HILL 1998
- Kreyszig, Erwin. "*Introducción a la Estadística Matemática*". *Principios y métodos*. EDITORIAL LIMUSINA, S.A. México, Quinta reimpresión, 1981.
- Levin, Richard I. ;Rubin, David S. "Estadística para administración y economía". PEARSON Educación , México, Séptima Edición, 2004.
- Newman, J. R. Sigma. El mundo de las matemáticas. Ed. Grijalbo-Mondadori. 1997.
- Extractos del artículo de Ángel Ruiz, aparecido en el Boletín Informativo del Comité Interamericano de Educación Matemática (CIAEM) Año 5, Nº 2. Noviembre de 1997.
- Santaló,L.A., *La educación matemática, hoy* (Teide, Barcelona, 1975)
- Toranzos, Fausto I. "Teoría Estadística y Aplicaciones". Ediciones Macchi. 1997

