

# Estadística:

## Investigación, Decisión y Enseñanza

**Rafael Augusto Ricardo Martínez**  
**Docente Facultad de Ciencias Económicas**

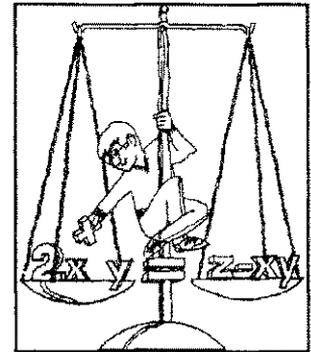
**D**e manera cotidiana el hombre común piensa en la “estadística” como datos numéricos representados e ilustrados por tablas e histogramas de frecuencias, pictogramas y en algunos casos por gráficas engañosas, de pronto de hechos que se han observado de una manera inadecuada como se puede constatar a diario en las columnas de los periódicos, páginas económicas y en otras publicaciones.

Antiguamente, pudo haber sido una buena representación. Pero actualmente, el estadístico no es el profesional que se ocupa de recolectar datos, hacer tablas de frecuencias e ilustrarlas gráficamente.

Hoy en día es difícil encontrar una actividad humana que no considere útil, al menos ocasionalmente, la aplicación de la estadística. Los estadísticos se están desempeñando de manera exitosa en las distintas áreas de la investigación científica: la economía, la sociología, la antropología, los negocios, la agricultura, la medicina, la educación, la psicología y porque no decir, en el derecho, sobre todo si ejerce la profesión en relación con grandes sociedades, usa de manera útil

los artificios de la estadística. La metodología estadística, es utilizada por los estadísticos de una manera eficiente para investigar muchas clases de problemas. De una u otra manera, las distintas profesiones se apoyan en los métodos

estadísticos modernos para encontrar la respuesta aceptada. Es así como por ejemplo, el médico Patarroyo pudo testar la efectividad de la vacuna contra el paludismo. Se pueden dar respuestas acertadas con gran confiabilidad a la solución de otros problemas. ¿Cómo influye el exceso de peso en la duración de la vida?; ¿Hallar la probabilidad de contraer cáncer si se fuma cigarrillo?; ¿Cómo por intermedio de las pruebas selectivas se puede concluir respecto a si se debe aceptar o rechazar el universo del cual se extrajo la muestra?; ¿Encontrar la diferencia media de los pesos producidos por una dieta que se aplica a un grupo de señoritas?; ¿Hallar el error máximo que se comete al estimar la fracción de los habitantes de Santafé



de Bogotá que se dedican a preservar el medio ambiente?; ¿Cómo se puede evaluar, en poco tiempo y con suficiente precisión, el inventario de materiales en proceso de una empresa manufacturera, para incorporarlo en los estados financieros de la compañía?; ¿Cómo se puede detectar si el reciente cambio en el índice de precios minoristas es una fluctuación estacional o una pequeña desviación aleatoria?; ¿Determinar cual variable tiene mayor influencia en una respuesta?

¿Cuándo se incurre en un error de ecuación o de medición? El error de ecuación se presenta normalmente, cuando no se tienen en cuenta algunas variables que influyen en la respuesta o por el contrario se tienen en cuenta otras, que no influyen en la respuesta. El error de medición se presenta, tal vez por falta de personalidad de quien esté efectuando las observaciones, realizando las encuestas o porque el aparato con que se hace la medición esté en mal estado. ¿Cómo se puede entrevistar a miles de personas y estimar ajustadamente cuántas de ellas, padecen una determinada enfermedad o número de estudiantes que prefieren especializarse en planeación ambiental?

Los modernos métodos de la estadística ayudan a contestar estas preguntas. Y prácticamente todos los días, los estadísticos se enfrentan con problemas completamente nuevos o nuevas variantes de los viejos problemas, que requieren el desarrollo de nuevos métodos estadísticos o la adaptación de los ya conocidos. Entonces, gran parte de las investigaciones en los distintos campos de la ingeniería, ciencia e industria emplea en forma extensiva los métodos estadísticos para aumentar grandemente la eficacia en la realización de los experimentos, y a menudo reforzar las conclusiones obtenidas.

Uno de los problemas a que se enfrentan las distintas disciplinas es cómo obtener mayor cantidad de información dentro de los límites de recursos

disponibles. El trabajo del estadístico es proveer una guía en la preparación de un plan de investigación que distribuya energía humana, habilidades y otros recursos en diversas áreas, materiales o temas a ser estudiados, para lograr la precisión requerida y las respuestas al más bajo costo.

Etimológicamente, la palabra "estadística" sugiere su origen de "estado", en donde las antiguas administraciones exigían la recopilación y el análisis de datos relativos a la población y a la riqueza, para los fines de las guerras y de las finanzas. Ciertas fases de la estadística fueron desarrolladas por los que estudiaron los juegos al azar, los seguros, la biología, así como otras ciencias naturales fueron determinantes para la aplicación y desarrollo de los métodos estadísticos. No obstante, todavía es verdad que los gobiernos encuentran aplicaciones cada vez más importantes para contar o medir toda clase de cosas y actividades. El gobierno necesita llevar la cuenta de la cantidad de habitantes, nacimientos, defunciones, empleo y desempleo, cantidad de empresas, costo de la vida y muchas otras características de nuestra sociedad. A pesar del hecho de que tenemos muchos años de experiencia en la recolección de este tipo de información se continúan presentando complicaciones y oportunidades para la contribución científica en lo que respecta a recolectar, procesar e interpretar eficientemente tales datos. Hoy en día muchas actividades están relacionadas con la estadística y muchas ocupaciones implican el uso de los métodos estadísticos.

A continuación, se intenta dar una visión clara acerca de la estadística, tales como muestreo, métodos utilizados, desempeño, perfil y análisis ocupacional y otras consideraciones. El termino ESTADISTICA tiene dos sentidos: en el lenguaje común se usa como sinónimo de dato, así por ejemplo, estadísticas de muertes ocasionadas por el sismo ocurrido en Turquía. De otro lado, "estadística es la ciencia, de la recolección, clasificación y evaluación medida de hechos como base para

la inferencia". Se agrega además que, es un conjunto de técnicas para adquirir el conocimiento preciso a partir de una información incompleta, un sistema científico para la recolección, organización, análisis, interpretación y presentación de información que puede ser expresada en forma numérica.

Ultimamente, los estadísticos han convertido su profesión en una ciencia, Han podido proporcionar las bases lógicas a una variedad de procedimientos para ayudar en la toma de decisiones, cuando no se dispone de información completa acerca de un problema determinado.

En cuanto al MUESTREO: ¿Por qué podría alguien aceptar una información incompleta algo menos que la información total? Algunas veces se desea, por varias razones, contentarse con menos y en otras, es una imperiosa necesidad. Tomemos, por ejemplo, en un laboratorio tecnquímico la elaboración de un ambientador. Puede usar métodos estadísticos para desarrollar un ambientador de mejor calidad y también para determinar la cantidad apropiada que se pueda inspeccionar del producto para mantener alta calidad resultante. Para esto último, le gustaría tener asegurada la calidad del producto y al mismo tiempo gastar lo menos posible en la inspección del ambientador elaborado. Los médicos deben tener medios para determinar la efectividad de una nueva droga (y evaluar los posibles efectos nocivos) sin tener que esperar muchos años hasta que sea probada en cada persona que contrae la enfermedad.

## Tamaño de la muestra

Cómo se determina el tamaño de la muestra? Se puede arbitrariamente, retomando el módulo de estadística ambiental de la ESPECIALIZACIÓN EN PLANEACION AMBIENTAL Y MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATU-

RALES, es de observar que al estimar puntualmente un parámetro se hace una afirmación acerca del verdadero valor del parámetro desconocido, pero es conveniente tener una medida del posible error que se comete en la estimación. Considerando la aplicación hecha por un grupo de estudiantes de la especialización sobre la determinación de la talla mínima de madurez y la proporción de sexos de la JAIBA CALLINECTES BOCOURTI como parámetros indicadores para su aprovechamiento pesquero en la ciénaga grande de Santa Marta, y tomando como referencia la información de los datos de un trabajo realizado en la facultad de biología marina de la Universidad Javeriana en donde se capturaron 424 individuos, de los cuales 184 eran hembras y 240 machos y determinando el ancho del caparazón (cm), sexo y grado de madurez y de acuerdo a otros estudios realizados en otras lagunas costeras tropicales, comprobaron las hipótesis tales como:

Si la media poblacional de la talla mínima de madurez sexual de las hembras es 8.9 cm. así, como también si la de los macho es de 9.0 cm.

Determinar que la media poblacional de la talla mínima de madurez sexual de las hembras y los machos esta entre 8.9 cm y 9.0 cm respectivamente.

Si la relación entre machos y hembras es de 1:1, entonces la población está representada uniformemente por ambos sexos o en forma alternativa, si es diferente de 1:1, entonces la población está representada por alguno de los dos sexos.

Utilizando la metodología para el diseño de las muestras y haciendo el respectivo análisis estadístico, obtuvieron los siguientes resultados:

- \* La población está representada uniformemente por ambos sexos y la diferencia se considera no significativa.

- \* Los machos alcanzan su madurez al llegar a una talla promedio de 9.01cm, en cambio las hembras la alcanzan al llegar a una talla promedio de 8.57cm.
- \* La mayor frecuencia de tallas de madurez oscila entre 8.0 y 9.0 cm representadas por 74 individuos.
- \* La variabilidad de las tallas de madurez sexual es mayor en las hembras (13.47%) que en los machos (12.34%).
- \* De cada 100 muestras de machos que se colectan en 95 de ellas, la talla mínima de madurez sexual estará entre 8.8cm y 9.2cm.

En el caso de un fabricante de lámparas no puede obtener información exacta sobre la vida de cada una de ellas a menos que desee quedarse sin lámparas para vender. No se puede disparar todas las balas de un proyectil para decir cuántas son defectuosas, son imprescindibles métodos que no requieren la inspección de cada unidad. El fabricante puede desear utilizar una parte de su producción para estimar la proporción de unidades defectuosas, aquí es donde los métodos estadísticos proveen una guía.

En la práctica, una decisión debe ser tomada con relación a la calidad del ambientador, la efectividad de la droga y la vida de la lámpara.

Una contribución de la estadística es proporcionar un procedimiento que ayude a minimizar la pérdida económica neta proveniente de los riesgos que puedan involucrar las decisiones a tomarse. Uno de los primeros usos de la estadística estaba relacionado con el desarrollo de las bases actuariales del seguro así como también el entrenamiento estadístico es importante en la preparación de los actuarios. Aún cuando la ciencia actuarial parte del concepto de riesgo, este concepto en un sentido mucho más amplio también impregna prácticamente toda decisión que se deba tomar en las ciencias, en los negocios, o en el gobierno y ha recibido considerable atención por

parte de los estadísticos. Por ejemplo, en el diseño de una encuesta, se podría diseñar fácilmente la muestra tan compleja y grande que produzca mayor precisión que la necesaria. Esta era, por consiguiente, demasiado costosa y además estará sujeta a ciertos errores propios de las operaciones en gran escala. Por otro lado, se podría realizar con la misma facilidad una encuesta que provea tan poca precisión que no aclare nada. El costo de la encuesta en este caso podría ser una pérdida total. El estadístico, por medio de su conocimiento de la teoría de las probabilidades y el muestreo, ahorra dinero diseñando muestras de manera que el investigador obtenga aproximadamente la precisión que requiera y pueda calcular después la precisión lograda, no como opinión sino como una consecuencia matemática.

También está la cuestión de economía de tiempo, esfuerzo y dinero al hacer las encuestas. Algunas observaciones, como leer un termómetro clínico, pueden ser hechas rápidamente y sin gasto, pero en otras pueden pasar años y costar mucho dinero cada una. Por ejemplo, un experimento agrícola puede llevar varios años, o una encuesta a personas. Algunas formas de encarar la investigación serán mejores que otras para obtener la información, para que un número de observaciones arrojen resultados más precisos. O mirando la cuestión desde el otro punto de vista, ciertos diseños permitirán obtener un nivel de precisión prefijado con menos observaciones. El correcto diseño de experimentos y encuestas es un campo al cual la estadística moderna hace muchas contribuciones.

En casi toda investigación científica, las observaciones que se hacen dan solamente una parte de toda la información posible sobre el punto que se esté considerando. Es esencial que esa porción, a la cual se denomina "muestra", sea seleccionada de tal modo que dé información útil sobre todo el conjunto. Es también esencial usar la teoría del muestreo para extraer conclusiones apropiadas a partir de los datos. Los métodos confiables para

muestrear y para hacer inferencias son importantes aspectos del proceso estadístico.

Las tareas que están representadas por los censos completos del gobierno sobre población, vivienda, industria y agricultura.

El campo de la estadística abarca también otros aspectos de la investigación y de la administración de operaciones. Por ejemplo, los estadísticos orientados hacia la matemática de fenómenos físicos y sociales. En efecto, el lector conoce probablemente algunas de las leyes matemáticas que gobiernan la electricidad, la luz, el magnetismo, la energía, los proyectiles y los satélites. Sin embargo, no es tan conocido que actualmente son desarrolladas otras teorías matemáticas en casi todos los campos de actividad por personas entrenadas en la teoría estadística y probabilidad. Se pueden mencionar algunos casos: En biología, las teorías sobre la herencia. En psicología, las teorías sobre el aprendizaje y la conducta. En sociología, las teorías que explican la migración. En salud pública, las teorías sobre las epidemias. En seguros, las teorías sobre la distribución de accidentes y otros. En la administración pública, los modelos estadísticos para ayudar en los planes de reordenamiento territorial, el ahorro de energía eléctrica, mejoramiento urbano de los barrios.

Los estadísticos juegan un papel importante en cualquier tipo de organización, ya sea trabajando en forma independiente o en estrecha colaboración con especialistas de otras áreas. A pesar de la amplia divergencia de los campos en que trabajan y los problemas que manejan. En la siguiente sección se tratará de presentar algunos ejemplos de esos campos de actividad.

## Desempeño de los Estadísticos

El investigador médico tiene que basarse a menudo de los servicios de un estadístico para determinar la importancia de los resultados que obtiene. De éstos, se necesitarían centenares, para hacer asesorías en los distintos campos de la investigación. Los estadísticos se pueden desempeñar como consultores en el ejercicio privado de la profesión, lo han hecho de manera exitosa como docentes universitarios, en los negocios, en distintas compañías, en los centros de investigación, atendiendo diariamente el mayor número de clientes, algunos con más frecuencia que a otros, haciendo las proyecciones y preparación de la investigación estadística, obteniendo los datos estadísticos provenientes de fuentes tales como: DANE, información publicada o no, Bolsa de Bogotá, dependencias oficiales, comerciales, Banco de la República, de los periódicos, revistas, etc. Crítica y codificación, tabulación o procesamiento, análisis o interpretación, recomendaciones. Su ventaja más importante es la gama de conocimientos que posee y el buen uso de las técnicas estadísticas. Trabajando en problemas de programación lineal, métodos gráficos, representaciones de datos en la investigación operativa, modelos de inventarios, líneas de espera, procesos poissonianos. Investigaciones de mercado donde se requiera hacer muestreo.

De pronto, desempeñarse, como un estadístico profesional independiente ofrece muchas más oportunidades actuando en la administración pública, en la empresa privada, en la enseñanza universitaria, en el DANE, haciendo estudios experimentales, integrando un equipo de investigación estadística, en actuarial, en fin, las oportunidades son fascinantes y apremiantes.