

LA ESTADÍSTICA DE DOMINIO PÚBLICO

C. RADHAKRISHNA RAO*

Pennsylvania State University

La vida es el arte de obtener suficientes conclusiones a partir de evidencias insuficientes.

Samuel Butler

Para entender los pensamientos de Dios debemos estudiar estadísticas, dado que éstas son las medidas de su voluntad.

Francis Nightingale

6.1. Ciencia para todos

En su libro sobre *La función Social de la Ciencia*, publicado en 1939, J.D. Bernal escribió:

De nada sirve que mejoremos la comunicación que los científicos tienen entre sí acerca de su propio trabajo, si al mismo tiempo no logramos que un conocimiento real de la ciencia llegue a ser, en nuestra época, parte de la vida diaria.

Tan sólo medio siglo más tarde se ha reconocido la importancia de lo que dijo Bernal, y se han realizado serios esfuerzos para difundir el conocimiento científico entre el público. Las Academias Nacionales de Ciencias de los países avanzados han nombrado equipos para examinar el problema y sugerir caminos para su resolución. Hace 5 años la Real Sociedad del Reino Unido empezó a publicar una revista, llamada *Science and Public Affairs*, con el propósito de fomentar el conocimiento, por parte del público, de las publicaciones científicas y aclarar las implicaciones en la vida

*C. Radhakrishna Rao. Department of Statistics. Pennsylvania State University. University Park, PA 16802.

Aquest article correspon al capítol 6 del llibre *Estadística y Verdad* de C. Radhakrishna Rao. Publicat amb l'autorització de l'Editorial P.P.U.

diaria de los descubrimientos científicos y tecnológicos. El nuevo eslogan puesto en circulación por la Real Sociedad es

“La Ciencia es para todos”

Sin lugar a dudas, la Ciencia impregna casi todo lo que hacemos en sociedad, y la importancia del conocimiento de la ciencia para el hombre de la calle no precisa ser remarcada. El público debe conocer cómo la nueva tecnología puede serle útil para mejorar su nivel de vida. Deben conocer las consecuencias de la explotación de nuevos descubrimientos para su propio beneficio sin hacer caso de los efectos perjudiciales para la sociedad y el medio ambiente. Deberían ser conscientes que una política gubernamental, como establecer plantas de energía nuclear por todo el país, afectará sus vidas y las de sus hijos.

Cuando Bernal escribió el libro, la Estadística no era conocida como una disciplina independiente. Creció en importancia en el segundo cuarto del presente siglo, como un método para extraer información de datos observados y como el camino lógico de tomar decisiones en casos de incertidumbre. Como tal, el conocimiento de la estadística es de gran valía para la humanidad en todos los sentidos de la vida. Si Bernal estuviese vivo hoy día para sacar una nueva edición de *La Función Social de la Ciencia* podría haber añadido, impresionado por la ubicuidad de la Estadística, que el conocimiento público de la ciencia estadística es mucho más importante que cualquier otro campo científico.

6.2. Datos, información y conocimiento

El único problema de una cosa segura es la incertidumbre.

¿Qué es la Estadística? ¿Es ciencia, tecnología, lógica, o arte? ¿Es una disciplina independiente como las matemáticas, la medicina, la química y la biología, con una temática a estudiar bien definida? ¿Qué fenómenos estudiamos con la Estadística?

La Estadística es una disciplina peculiar que no tiene por objeto ninguna parte concreta de la realidad por sí misma. Parece que existe y se desarrolla para resolver problemas de otras áreas. En palabras de L.J. Savage

“La Estadística es básicamente parasitaria: vive del trabajo de otros. No es un demérito de dicha disciplina. Actualmente se reconoce que muchos huéspedes morirían de no ser por los parásitos que albergan: algunos animales no pueden digerir su alimento. Así ocurre también en muchos campos del esfuerzo humano, tal vez no desaparezcan pero ciertamente se debilitarían sin la existencia de la Estadística.”

La Estadística no se ha instaurado en el currículum académico de las universidades hasta el presente siglo. Ni siquiera ahora el papel de la Estadística en la ciencia y en la sociedad ha sido bien entendido por el hombre de la calle y los profesionales de diversas áreas.

No hace mucho tiempo, habían ideas falsas y escepticismo acerca de la Estadística expresadas en afirmaciones como las siguientes:

- * Mentiras, condenadas mentiras y estadísticas.
- * La Estadística no dispensa la necesidad de razonar.
- * Conozco la respuesta, dadme una estadística para justificarla.
- * Puedes probar cualquier cosa con estadísticas.

Era también el objeto de chistes tales como:

- * La Estadística es como un bikini. Pone de relieve lo obvio pero oculta lo esencial.

Actualmente la estadística ha llegado a ser una palabra mágica que da apariencia de realidad a los enunciados que formulamos:

- * *La Estadística demuestra* que fumar cigarrillos es malo.
- * *De acuerdo con las estadísticas*, los hombres que permanecen solteros mueren diez años antes.
- * *Estadísticamente hablando* los padres altos tienen hijos altos.
- * Una encuesta por *muestreo estadístico* ha revelado que tomar una aspirina a días alternos reduce el riesgo de un segundo ataque cardíaco.
- * Hay una *evidencia estadística* de que los hijos nacidos en segundo lugar son más inteligentes que los nacidos en el primero.
- * La *Estadística confirma* que una toma de 500 mg. de vitamina C cada día prolonga la vida 6 años.
- * Un *estudio estadístico* ha revelado que los maridos dominados por su mujer tienen mayor probabilidad de sufrir un ataque cardíaco.

La Estadística como disciplina científica tiene una corta historia, pero como *información numérica* tiene una larga antigüedad. Hay varios documentos antiguos que contienen información numérica acerca de países (estados), sus recursos y composición de la población. Esto explica el origen de la palabra *estadística* como una descripción objetiva de un *estado*. Referencias a censos de población y agrícolas

sabemos hoy en día que se pueden encontrar en el libro chino *Kuan Tzu* (1000 a.C.), *Viejo Testamento* (1500 a.C.) y *Arthaśāstra of Kautilya* (300 a.C.).

Un ejemplo de antiguos registros estadísticos, recientemente descubiertos, son las cifras encontradas en una pirámide de un faraón egipcio que vivió hace unos 50 siglos (3000 a.C.). Éstas se referían a la captura de:

120.000	prisioneros de guerra
400.000	bueyes
1.422.000	cabras

después de una guerra y gracias al ejército de un victorioso faraón. ¿Cómo llegaron a ser estas cifras tan armoniosamente redondeadas? ¿Eran cifras efectivas hechas por los reales guardianes contables o cifras ficticias concebidas para la activa imaginación del victorioso faraón? ¿Era el drástico redondeo de las cifras un intento de subrayar la magnitud del botín?

Samuel Johnson creía:

“Los números redondos son siempre falsos”

lo que ya había sido anticipado por Weirus, un físico alemán del siglo XVI, una época en que la mayor parte de Europa estaba sometida al temor de las enfermedades y la brujería. Weirus calculó que exactamente

7.405.926

fantasmas habitaban la Tierra! La mayoría de la gente creyó que tal cifra debía ser el recuento real ya que Weirus era un hombre erudito.

Recuerdo lo que se recomendaba en una *Guía de Impuestos* mientras rellenaba mi declaración de impuestos en U.S.A.

“Un detallado examen del informe G.A.O. confirma una forma importante de reducir las auditorías. Evitar redondear a dólares cuando se detallan ganancias y gastos. Cifras tales como \$100, \$250, \$400, \$600 inducen sospechas al inspector, mientras que cifras tales como \$171, \$313, \$496 disminuyen la probabilidad de inspección. Si tiene que tasar algunos gastos, hágalo en cantidades raras”.

La definición etimológica de la palabra estadística significa *datos* obtenidos por diversos medios. ¿Qué transmiten los datos y cómo debemos usarlos para lograr un objetivo determinado? Para ello, debemos saber qué clase y cuánta *información* hay en los *datos observados* utilizable para resolver un *problema dado*. ¿Qué es la información? Quizás, la definición más lógica, como la dada por Claude Shannon, un experto en teoría de la información, es “hacer disipar la incertidumbre”, que es la piedra angular de la resolución de un problema. Los datos, por si mismos, no

son una respuesta a un determinado problema. Pero es el material básico, a partir del cual podemos evaluar lo bien que podemos resolver un problema, cuan dudosa es una respuesta particular o bien qué confianza podemos poner en ella. Los datos observados necesitan ser procesados para averiguar hasta qué grado la incertidumbre puede disiparse. El conocer la cantidad de incertidumbre asociada a los datos es la llave para tomar la decisión apropiada. Ello nos permite sopesar las consecuencias de diferentes opciones y escoger una que sea la menos perjudicial. La Estadística tal como es entendida actualmente es la lógica a través de la cual podemos subir un peldaño en la escalera que nos lleva de los *datos* a la *información*.

A medida que la información aumenta gradualmente, reduciendo la incertidumbre a un nivel mínimo aceptable, vamos subiendo varios peldaños más en la escalera del estado del *conocimiento*, lo que nos da seguridad en las decisiones que tomamos (sujetos naturalmente a un inevitable aunque pequeño riesgo). Tal nivel de conocimiento puede no ser alcanzable en todas las áreas y en todas las situaciones. Esto crea la necesidad de la estadística, como la metodología de la toma de decisiones bajo un nivel de incertidumbre asociada a los datos obtenidos.

De acuerdo con el distinguido científico, Rustum Roy, el conocimiento que encaja en un cuerpo determinado del saber, lo amplía, constituyendo nuevo saber, lo que supone un peldaño más en la escalera del conocimiento.

No es más que un antiguo proverbio:

¿La ruta de la sabiduría?
Bien, es llano y simple de expresar
 Error
 y errar
 y otra vez errar
Pero cada vez menos
 y menos
 y menos.

6.3. La revolución de la Información y la comprensión de la Estadística

Llegará un tiempo tal vez no muy lejano que se comprenderá que para una formación completa como ciudadano eficiente ..., es tan necesario saber calcular, pensar en términos de promedios, máximos y mínimos, como lo es ahora saber leer y escribir.

H.G. Wells

La prosperidad de la humanidad dependió en el pasado de la revolución agrícola y luego de la revolución industrial. Pero ello no nos ha alejado de aliviar la miseria de la

gente en aspectos como hambre y enfermedades. El principal obstáculo para progresar ha sido nuestra incapacidad para prever el futuro y tomar decisiones políticas sabias. La política sana se basa en una buena información. Así hay necesidad de ampliar la base de datos para reducir la incertidumbre y tomar mejores decisiones.

La importancia de la información como ingrediente clave en la planificación y ejecución de un proyecto más que la pericia tecnológica, es ahora ampliamente reconocido, y somos testigos de la revolución informática, ya que empresas tanto públicas como privadas están haciendo grandes inversiones en la adquisición y procesamiento de la información. Se dice que en los EE.UU. alrededor del 40 ó 50% de los empleados en el sector público y en el privado están ocupados en estas actividades.

Que hay demanda pública de estadística se demuestra por el hecho de que los periódicos dedican considerable espacio en dar toda clase de información. Tenemos la predicción detallada del tiempo por un periodo que se prolonga a alrededor de una semana, hecho que permite planificar nuestras actividades al aire libre. Están las cotizaciones de la Bolsa, que nos indican qué inversiones pueden ser más provechosas. Una sección especial está dedicada a los deportes con el fin de mantenernos informados de los acontecimientos deportivos de todas las partes del mundo. Un periódico diario de Edmonton, Canadá, publica lo que se denomina el índice diario de mosquitos, con el fin de convencer al público de que las autoridades municipales están haciendo los máximos esfuerzos para controlar el nivel de mosquitos en las ciudades. El New York Times dedica casi el 30% de su espacio para toda clase de estadísticas así como reportajes basados en ellas.

Hay revistas con estudios de consumidores que informan al público acerca de los precios de artículos de consumo y los resultados comparativos de varios productos del mercado.

La comprensión de la estadística resulta importante a varios niveles. El primero es a nivel individual. La necesidad de conocer las tres reglas (leer, escribir y contar) es bien conocida. Pero esto no es suficiente para hacer frente a las incertidumbres que encuentra un individuo en cada momento de su vida. Tendrá que tomar decisiones para matricularse en un colegio, casarse, hacer inversiones y resolver los problemas del trabajo diario. Esto requiere diferentes tipos de habilidades, que nosotros podemos llamar la cuarta regla: el razonamiento estadístico, comprensión de las incertidumbres de la naturaleza y del comportamiento humano y minimización del riesgo en la toma de decisiones, haciendo servir la propia experiencia y la colectiva. Además, el conocimiento estadístico para un individuo será una ventaja para su propia protección y la de su familia contra infecciones, contra la propaganda de los políticos y de los anuncios poco escrupulosos, de los negociantes, eliminando la superstición que es peor que la enfermedad, aprovechándose de las predicciones del tiempo, enterándose

de desastres como la radiación que se escapa de las plantas nucleares y muchas otras cosas que afectan a su vida y sobre las que no posee control.

¿Necesita el hombre de la calle estudiar estadística para adquirir lo que denominamos la cuarta regla? La respuesta es no. Una cierta educación estadística en la enseñanza media, junto con las matemáticas, sería suficiente. Nuestro actual sistema educativo está más orientado a estimular a los estudiantes a creer en la palabra escrita y les previene contra la toma de decisiones con riesgo simbolizado en frases como "No cuentes los pollos antes de que salgan del cascarón", en lugar de prepararlos para vivir en un mundo incierto y aprender a hacer frente a situaciones límite de la vida moderna sin precipitación.

Debemos aprender cómo enfrentarnos a un riesgo calculado. Recientemente, hubo un reportaje en la prensa, que decía que entre los nombres grabados en el "Vietnam Veterans Memorial" en Washington, hay por lo menos 38 que erróneamente han sido dados por muertos. Cuando la persona responsable fue preguntado por ello, dijo: "No era posible en el momento de la construcción saber si estos soldados estaban muertos, porque los datos eran incompletos. Yo no sabía si sería posible añadir nombres una vez construido el Memorial. Tuve la creencia de que sus nombres podían perderse para la historia si no los hubiera incluido".

En el siguiente nivel tenemos a políticos y artífices de la política, para quienes el conocimiento estadístico es importante. Los gobiernos tienen una descomunal maquinaria administrativa para recopilar datos. Son estos los medios que se usan para tomar decisiones políticas correctas en la administración cotidiana y formular planes de largo alcance para fines sociales. Los políticos intentan buscar consejos técnicos para tomar decisiones. No obstante, es importante que por ellos mismos adquieran algún conocimiento técnico para comprender e interpretar la información. Las siguientes anécdotas ilustran este punto.

Los estadísticos del Gobierno y de la industria a menudo se hallan frente a barreras lingüísticas con sus jefes. El jefe de una oficina estadística, un oficial administrativo, se entrevistaba con un grupo de estadísticos que se quejaban de que en un informe recibido de otra organización, algunas estimaciones no detallaban el error estándar.¹ El jefe, al ser informado, inmediatamente señaló: "¿Hay estándares para los errores también?"

Un informe sometido a Tea Board por un asesor estadístico, contenía una tabla con el título: Número estimado de gente que toma el té con error estándar. Pronto fue enviada una carta al estadístico preguntando qué clase de error estándar es el que la gente toma con el té.

¹El error estándar es usualmente un número adjunto a una estimación, para dar una idea aproximada de la magnitud del error en la misma.

Una comisión regia, revisando un informe estadístico en el que se decía que las familias de clase media tenían una media de 2.2 hijos, comentó:

La cifra de 2.2 hijos por mujer adulta es en algunos aspectos absurda. Se sugiere que se ayude a la clase media pagándoles dinero con el fin de incrementar la media hasta una cifra más redondeada y conveniente.

Punch

Un ministro de sanidad quedó intrigado por la afirmación formulada por un estadístico de que 3.2 personas de cada 1000 enfermaron y murieron durante el último año. Preguntó a su secretario privado, un administrativo, ¿cómo puede ser que mueran 3.2 personas? El secretario respondió:

“Señor, cuando un estadístico dice que 3.2 personas han muerto, significa que 3 personas realmente han fallecido y que 2 están a punto de morir”.

Las decisiones en la política gubernamental son importantes por su efecto sobre millones de personas. Necesitan una sólida información e igualmente sólida metodología para procesarla.

Finalmente, existen profesionales en medicina, economía, ciencia y tecnología para quienes la interpretación y análisis de datos es hasta cierto punto una parte necesaria de su trabajo.

6.4. Números lúgubres

*No me lo cuentes, en lúgubres números
La vida no es más que un sueño vacío.*

H.W. Longfellow

Continuamente se nos previene, a través de los periódicos, revistas y otros medios de comunicación, de los buenos y de los perjudiciales efectos de nuestros hábitos dietéticos, hacer ejercicio, sobre la costumbre de fumar y beber, tensiones en nuestra profesión y otras actividades diarias. La información viene expresada en números que representan pérdidas o ganancias en determinadas unidades. He aquí algunos números lúgubres reproducidos de Cohen y Lee (1979). (Ver Tabla 1).

¿Cómo hemos de interpretar estas cifras? ¿Qué mensaje nos transmiten? ¿De qué utilidad son para un individuo en la modelación de su estilo de vida, para incrementar su felicidad?

Tabla 6.1.
*Disminución en la Esperanza de vida debida a varias causas**

Causa	Días	Causa	Días
Soltero	3500	Alcohol	130
Zurdo	3285	Accidentes con armas de fuego	11
Soltera	1600	Radiación natural	8
Con 30% de sobrepeso	1300	Rayos X (origen médico)	6
Con 20% de sobrepeso	900	Café	6
Fumar cigarrillos (varón)	2250	Contraceptivos orales	5
Fumar cigarrillos (hembras)	800	Bebidas dietéticas	2
Fumar cigarros	330	Test de Papanicolau	-4 **
Fumar en pipa	220	Alarma anti humo en casa	-10
Trabajos peligro- sos, accidentes	300	“airbag”	-50
Accidentes de trabajo	74	Unidad móvil- Cuidados coronarios	-125

* Datos relativos a otras causas pueden hallarse en Cohen y Lee.

** Los números negativos indican ganancia en esperanza de vida.

Consideremos la primera cifra de la Tabla 6.1, la pérdida en esperanza de vida de un hombre si permanece soltero. Ésta puede ser obtenida de información asequible usualmente en los registros de fallecimientos por sexos, estado civil y edad al fallecer. De los registros de varones, simplemente debe computarse separadamente, el promedio de edad al fallecer para los casados y para los solteros. La diferencia en estos promedios es la cifra: 3500 días. Esto probablemente facilita una amplia evidencia del riesgo de quedarse soltero, habla favorablemente de la institución del matrimonio

y da un fuerte respaldo al consejo de casarse lo antes posible y *ahorrar* alrededor de *10 años* de vida! No obstante, ello no implica una causa [casarse] y un efecto [vivir 10 años más] aplicable *a cada individuo*. Puede ser bastante probable que para un individuo determinado, casarse sea suicida! Sin duda, una detallada tabulación de los registros de fallecimientos clasificados en subgrupos de varones de acuerdo con varias características personales sería más informativa. Diferentes subgrupos pueden tener comportamientos diferentes en pérdida o ganancia de esperanza de vida. Un determinado individuo puede analizar su propia personalidad y comparar su caso con la cifra indicada para el subgrupo de personas con características similares a las suyas.

Se aprecia en la Tabla 6.1 que los zurdos fallecen alrededor de 9 años antes que los diestros. ¿Implica ello que hay algo genéticamente anómalo en los zurdos? Quizás no: la diferencia puede ser debida a la desventaja que los zurdos tienen viviendo en un mundo donde la mayor parte de facilidades se han hecho a medida para los diestros. Sin embargo, la información estadística puede servir a los zurdos para protegerse contra posibles peligros.

Un promedio, en general, facilita una amplia indicación de las características de un grupo de individuos (población) como un todo. Sirve provechosamente para comparar poblaciones. De este modo podemos decir que una población de individuos con una media de ingresos de 1000\$ al mes tiene mejor nivel de vida que otra con 500\$ al mes. Un promedio no nos dice nada sobre las disparidades de los ingresos individuales. Por ejemplo, éstos pueden variar de 20\$ a 100000\$ y el promedio ser 1000\$. Las diferencias entre los ingresos individuales dentro de una población, la llamada *variabilidad*, es también apropiada para comparar poblaciones. En muchos casos, una cifra promedio y alguna medida de variabilidad (como la gama de ingresos) facilita información de cierto valor práctico. Un promedio por sí mismo puede ser decepcionante y no se puede utilizar en todos los casos para hacer afirmaciones relativas a un individuo. Imaginemos que se informa a una persona, que no sabe nadar, que puede cruzar un río porque su estatura es superior a la profundidad media del río!

6.5. La predicción del tiempo

Un pronosticador digno de confianza es aquel cuyo micrófono está lo bastante próximo a una ventana para que así pueda decidir si usar la predicción oficial o hacer una propia.

Hace algunos años los pronósticos del tiempo acostumbraban a usar expresiones como estas: lloverá mañana, probablemente lloverá mañana, no se esperan precipitaciones para mañana, etc. Los pronósticos eran frecuentemente equivocados. Pero hoy en día las predicciones tienen diferente lectura: existe un 60% de probabilidades de que

llueva mañana. ¿Qué significa este 60%? ¿Contiene esta afirmación más información que las anteriores predicciones? Quizás, para quienes no saben qué significa la palabra “probabilidad”, las predicciones diarias pueden ser algo confusas y dar la impresión de que no son tan precisas como acostumbraban a ser.

Hay un elemento de incertidumbre en la predicción sea cual sea su base. Así, hablando en pura lógica, una predicción sin ninguna indicación de su precisión no es prácticamente útil para poder tomar decisiones. La cifra del 60% en la predicción del tiempo nos da una medida de la exactitud de la predicción. Implica que en las ocasiones en que se hace un pronóstico parecido, lloverá alrededor del 60% de las veces y no lloverá el 40% de las veces. Naturalmente que no es posible decir en qué ocasión particular lloverá. En este sentido, la predicción “hay un 60% de probabilidad de que mañana llueva” es más informativa y lógica de formular que decir categóricamente “mañana lloverá”. ¿En qué sentido es esta predicción útil?

Supongamos que hay que decidir si coger un paraguas o no en base al pronóstico del tiempo que dice “hay un 60% de probabilidad de que mañana llueva”. Supongamos que la inconveniencia que puede causarle el coger el paraguas cualquier día pueda ser medida en términos monetarios como m dólares y la pérdida que significa mojarse a causa de la lluvia por no llevar el paraguas sea r dólares. Entonces la esperanza de pérdida en dólares bajo las dos posibles decisiones que se pueden tomar cuando la probabilidad de lluvia es del 60%, es como sigue:

Decisión	Pérdida esperada
Llevar paraguas	m
No llevar paraguas	$.6(r) + .4(0) = 6r/10$

Se puede minimizar la pérdida decidiendo llevar un paraguas si $m \leq 6r/10$ y no llevarlo si $m > 6r/10$.

Esta es una simple demostración de cómo la medida de la exactitud o inexactitud de una predicción puede ser usada para sopesar las consecuencias de las posibles diferentes decisiones y escoger la mejor de ellas. No existe una base para tomar una decisión si no se ha cuantificado la incertidumbre asociada a la predicción.

6.6. Sondeos de opinión pública

Tan pronto como me pongo a pensar, me asaltan las dudas.

Oscar Levant

En el pasado, los reyes trataban de conocer la opinión pública usando una red de espías. Probablemente, la información así recogida les ayudaba a configurar la política

pública, decretando leyes y obligando su cumplimiento. La historia de los sondeos para conocer la opinión pública, empezó con la primera publicación de las encuestas Gallup. Actualmente estas consultas han llegado a ser rutinarias en periódicos y otros medios de comunicación jugando un importante papel en los mismos. Recogen la opinión del público en diferentes asuntos políticos, sociales y económicos, publicando resúmenes de los resultados. Estas encuestas de opinión son muy valiosas en los sistemas políticos democráticos. Indican a los líderes políticos y a la burocracia cuáles son las aspiraciones, deseos y necesidades de la sociedad. También son noticia informando a los ciudadanos sobre lo que piensan los demás. Esto puede ayudar a cristalizar la opinión pública en asuntos importantes.

Los resultados de las encuestas de opinión pública se anuncian en un determinado estilo estadístico, que necesita una aclaración. Por ejemplo, las noticias radiadas pueden ser:

“El porcentaje de población que aprueba la política exterior del Presidente es de 42 con un margen de error de más menos 4 puntos”.

En lugar de dar una cifra única como respuesta, se da un intervalo $(42 - 4, 42 + 4) = (38, 46)$. ¿Cómo se obtiene y cómo se interpreta?

Supongamos que el verdadero porcentaje de adultos en América que aprueba la política exterior del Presidente es un número determinado que llamamos T . Para conocer el número T , es necesario contactar con todos los americanos adultos y lograr sus respuestas a la pregunta, ¿Aprueba la política exterior del Presidente? Esta es una labor imposible si tiene que hallarse una respuesta rápida. Lo mejor que podemos hacer es lograr una estimación, que sea una buena aproximación a T . La información media se logra telefoneando a un determinado número de personas “elegidas al azar” y anotando sus respuestas. Si r de cada p personas contactadas responden diciendo sí, entonces la estimación de T sería $100(r/p)$. Naturalmente, hay algún error en la estimación porque hemos tomado solamente una muestra de la población (una pequeña fracción del número de adultos de EE.UU.). Si se contacta con otro grupo de p individuos, podemos obtener una estimación diferente. ¿Cuál es el error en una estimación determinada? Basándonos en una teoría desarrollada por dos estadísticos, J. Neyman y E.S. Pearson, es posible calcular un número e tal que el verdadero valor de T se encuentre en el intervalo

$$100(r/p) - e, 100(r/p) + e$$

con una alta “probabilidad”, normalmente elegida como el 95% (o bien 99%). Esto significa que el suceso tal que el intervalo no cubra el valor real es tan raro como sacar una bola blanca en una extracción al azar de una bolsa que contiene 5 (ó 1) bolas blancas y 95 (99) bolas negras.

La validez de los resultados de las encuestas públicas depende de lo "representativa" que sea la muestra de individuos escogida. Es evidente que el resultado dependerá de la composición de la afiliación política de los individuos escogidos (Republicanos o Demócratas). Aún suponiendo que no haya habido un determinado sesgo al escoger los individuos con respecto a sus afiliaciones políticas, los resultados pueden ser viciados si algunos individuos no responden pero ocurre que pertenecen a un partido político determinado. En cualquier informe, es seguro que habrá un cierto grado de respuestas nulas, y el error que introduce esta circunstancia es difícil de valorar a menos que se disponga de información adicional.

6.7. Superstición y procesos psicósomáticos

Cuando se le preguntó por qué no creía en la astrología, el lógico Raymond Smullyan respondió que era Géminis y que los Géminis nunca creen en la astrología.

Un amigo mío, un buen cristiano, dio a la Iglesia la totalidad del primer mes de su salario en su primer trabajo. Cuando le pregunté si creía en Dios, contestó: "yo no sé si Dios existe o no, pero por si acaso es más seguro creer que Dios existe y actuar de acuerdo con ello". Quizás creencias y supersticiones ocupan un lugar en la vida de cada uno, pero es un peligro cuando son las únicas guías de nuestras actividades.

¿Tienen los procesos psicósomáticos algún efecto en el funcionamiento biológico de nuestro cuerpo? No hay evidencia experimental ni en un sentido ni en otro. No obstante, de vez en cuando, aparecen estudios en apoyo de anécdotas referentes a los efectos de la "mente sobre la materia". En un reciente trabajo, David Phillips de la Universidad de California, San Diego, examinó la proporción de muertes en un periodo de 25 años entre las mujeres chino-americanas mayores de edad alrededor de una fiesta clave, el Festival de la Cosecha. Encontró que los fallecimientos bajaron un 35.1% sobre lo que sería normal una semana antes de la fiesta y subieron un 34.6% una semana después, lo que parece indicar que uno puede ejercer cierto poder para retrasar su muerte hasta después del acontecimiento esperado.

En un estudio previo Phillips (1977) obtuvo datos referidos a los meses de nacimiento y defunción de 1251 americanos famosos y demostró similares resultados. La siguiente Tabla 6.2 facilita los datos conseguidos por Phillips junto con los datos sobre los académicos indios de la Royal Society.

Se aprecia en la Tabla 6.2 que el número de muertes en los meses anteriores es inferior a las ocurridas en los meses durante y después del mes de nacimiento. Este fenómeno es más pronunciado en el caso de las personalidades más famosas. Los datos globalmente considerados parecen indicar que hay una tendencia a retrasar la propia muerte hasta después del cumpleaños.

Tabla 6.2
Número de muertos antes, durante y después del mes de nacimiento

	meses antes						mes de nacimiento	meses después					Total	<i>p</i>
	6	5	4	3	2	1		1	2	3	4	5		
Muestra 1	24	31	20	23	34	16	26	36	37	41	26	34	348	.575
Muestra 2	66	69	67	73	67	70	93	82	84	73	87	72	903	.544
Muestra 3	0	2	1	9	2	2	3	2	0	1	3	2	18	.611

p = Proporción de fallecimientos durante y después del mes de nacimiento.

Muestra 1. Famosos citados en "Cuatrocientos Notables Americanos".

Muestra 2. Las personas citadas bajo esta categoría forman parte de las más importantes familias que publican los 3 volúmenes de "Who is Who"² de los años 1951-60, 1943-50 y 1897-1942.

Muestra 3. Académicos indios de la Royal Society fallecidos.

¿Indican estos estudios que algunas personas pueden emplear su fuerza de voluntad para retardar la fecha de su muerte hasta que ocurre un acontecimiento importante, tal como un nacimiento, un festival o un aniversario? Un famoso ejemplo señalado en este sentido es el de Thomas Jefferson; se sabe que demoró su muerte hasta el 4 de julio de 1826 —exactamente 50 años después de la firma de la Declaración de Independencia— sólo después de preguntar a su doctor, "¿Es el 4?"

Estudios aislados como el publicado de David Phillips no necesariamente cuentan toda la historia. En el trabajo de investigación, es normal que el mismo problema sea estudiado por un gran número de investigadores y sólo aquellos resultados positivos, quizás por azar, son publicados y conocidos. Los que indicasen resultados negativos no son generalmente publicados y permanecen archivados, una situación a la que nos referimos como el "problema del cajón de los archivos". Por tanto, hace falta mucha precaución en aceptar los resultados publicados y sacar conclusiones de los mismos.

6.8. La Estadística y la Ley

Las leyes no son generalmente entendidas por tres clases de personas: aquellas que las hacen, aquellas que las ejecutan y aquellas que las sufren si las transgreden.

Halifax

Es importante no sólo que se haga justicia si no que además lo parezca.

²"Quién es Quién". N. del T.

Durante la última década, los conceptos y métodos estadísticos han jugado un importante cometido en resolver complejas situaciones referidas a casos de derechos civiles. Ejemplos típicos son las disputas de paternidad, alegaciones de discriminación contra grupos minoritarios a la hora de obtener empleo y oportunidades de encontrar vivienda, regulación del entorno y seguridad, y protección del consumidor contra anuncios engañosos. En todos estos casos, los argumentos se han basado en datos estadísticos y su interpretación. Un juez tiene que determinar la credibilidad de la evidencia cuantitativa que se le haya presentado y decidir sobre la responsabilidad legal en cada caso, así como la apropiada compensación. Este proceso precisa que todas las partes interesadas, todos los implicados en el pleito, abogados de cada parte, y, quizás lo más importante, los jueces que tienen que decidir, posean conocimientos de estadística y de los peligros más habituales en su uso y su interpretación.

Consideremos el caso de *Eison contra la ciudad de Knoxville*, en el que una mujer candidata a la Academia de Policía de Knoxville, reclamó que un test de fuerza y resistencia usado por la Academia era discriminatorio contra el sexo femenino. Como evidencia, Eison facilitó los resultados del test en su curso.

Tabla 6.3
Proporción de aprobados entre los aspirantes de un curso

	Aprobados	Suspendidos	porcentaje de aprobados
Mujeres	6	3	.666
Hombres	34	3	.919
Total	40	6	.870

Tabla 6.4
Proporción de aprobados entre los aspirantes de toda la Academia

	Aprobados	Suspendidos	% de aprobados
Mujeres	16	3	.842
Hombres	64	3	.955
Total	80	6	.930

Ella argumentó que la regla de los 4/5 de la EEOC (Comisión para la igualdad de oportunidades de empleo) se violaba ya que la relación $.666/.919 = 0.725$ era bastante

menor que los $4/5 = .8$. El juez pidió los resultados globales de la Academia, que fueron los siguientes³:

En este caso, la relación es $(.842)/(.955) = .882 > .8$. El juez dijo sensatamente que lo que era relevante era la "totalidad de las personas" al hacer un test y no un subconjunto particular de las mismas. Este es un ejemplo típico donde las partes interesadas tratan de seleccionar una parte de los datos que parecen diferir de la totalidad de los mismos, aplicándola a su caso específico.

A menudo, la evidencia cuantitativa es expresada en forma de un promedio o una proporción, basado en una encuesta sobre una pequeña parte de los individuos de una población, acerca de una medición particular u opinión. ¿Representaba la cifra indicada la característica particular de la totalidad de la población? Depende mucho de que el número de individuos relacionados sea el adecuado y de la ausencia de desviaciones en su selección.

El dar por buenas las estimaciones muestrales de una población precisa de un cuidadoso examen del procedimiento seguido al llevar a cabo la encuesta, de cómo asegurar la representatividad de la muestra y usar un tamaño muestral adecuado para asegurar un determinado grado de precisión en las estimaciones resultantes. La justicia estaría mejor servida si los jueces tuviesen algún conocimiento de la metodología aplicable en las encuestas, con el fin de que pudiesen facilitarles la decisión, en cada caso individual, de si aceptar o rechazar unas estimaciones muestrales. No es que estemos sugiriendo que un juez deba ser un estadístico cualificado, pero sería ventajoso para un juez que tuviera algún conocimiento de la inferencia estadística y de la incertidumbre que conlleva tomar una decisión, para así poder formarse una opinión independiente basada en los argumentos estadísticos que le sean presentados.

Cualquier juicio envuelve la evaluación de la probabilidad de que un determinado suceso sea verdadero, dadas todas las evidencias, tomar una decisión y considerar las consecuencias de condenar a una persona inocente y de no llegar a condenar a un culpable. Las frases habituales para expresar verbalmente varios grados de probabilidad son como las siguientes:

- (1) el predominio de las evidencias;
- (2) evidencia clara y convincente;
- (3) evidencia clara, inequívoca y convincente;
- (4) prueba más allá de una duda razonable;

³Las diferencias entre las proporciones de hombres y mujeres, respecto a una cierta propiedad, al considerar un resultado parcial y el resultado global, se conoce como paradoja de Simpson. N. del T.

Con el fin de determinar cómo interpretan los jueces generalmente estos criterios para calificar las pruebas, el juez Weinstein estudió a sus compañeros en los tribunales del distrito, cuyas probabilidades expresadas en porcentajes se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 6.5

Probabilidades asociadas con varios estándares de calificación de las pruebas según los jueces del distrito Este de Nueva York

Juez	Preponderancia		Claro y convincente	Claro, inequívoco y convincente	Prueba más allá de una duda razonable
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	50+	60-70	65-75		80
2	50+	67	70		76
3	50+	60	70		85
4	51	65	67		90
5	50+	Criterio esquivo y poco útil			90
6	50+	70+	70+		85
7	50+	70+	80+		95
8	50.1	75	75		85
9	50+	60	90		85
10	51	No puede estimarse numéricamente			

Fuente: U.S.v. Fatico 458 F. Supp. 388 (1978) pág. 410.

Se aprecia que existe unanimidad en el orden creciente de las probabilidades otorgadas, para los cuatro criterios (1)-(4) descritos. No obstante, hay alguna variación entre los jueces en las probabilidades asignadas al más alto grado de certeza.

De hecho, existe una sofisticada técnica estadística, el método de Bayes, según el cual la *probabilidad a priori* de que un individuo sea culpable, según el juez, puede ser actualizada usando las evidencias disponibles con un grado determinado de credibilidad. Esta probabilidad condicionada a las evidencias disponibles se llama *probabilidad a posteriori* y constituye el principal dato al tomar decisiones. Parece que

la teoría Bayesiana para la toma de decisiones, tal como se desarrolla en estadística, proporciona una base objetiva para administrar justicia.

6.9. Percepción extrasensorial y coincidencias asombrosas

El universo está más gobernado por probabilidades estadísticas que por lógica. Pero esto lo hace todavía más maravilloso. Si la vida es como obtener seiscientos veces seguidas el mismo resultado en un juego de azar, sabemos que no es probable que ésto suceda más que una sola vez en muchos siglos, pero también sabemos que ello puede ocurrir en esta habitación, esta noche, sin perturbar el frágil orden cósmico. Ello resulta tranquilizador.

G.K. Chesterton

De vez en cuando nos llegan estudios sobre individuos que poseen percepción extrasensorial (PES) con la habilidad de leer la mente de otros, astrólogos que hacen predicciones exactas y coincidencias asombrosas, como que alguien gane a la lotería dos veces en cuatro meses. Estos acontecimientos son noticia y quizás resultan interesantes de leer. ¿Sugieren la existencia de poderes ocultos que los causan?

Es quizás poco prudente descartar completamente la posibilidad de que existan ciertos individuos con extraordinarias habilidades (como PES), o que las posiciones de los planetas en el momento del nacimiento determinen el curso de los acontecimientos de la vida de un individuo. No obstante, el anuncio de historias afortunadas, a menudo sobre una base selectiva, no nos proporciona una gran evidencia a favor de tales posibilidades.

Basta considerar, por ejemplo, un experimento típicamente extrasensorial, donde se pide a una persona que adivine cuál de los dos posibles objetos con los que se experimenta, ha sido escogido y puesto debajo de una carpeta. La posibilidad de que un individuo acierte con todas las respuestas correctas en cuatro pruebas repetidas, por puro azar, es 1/16. Esto significa que si 64 individuos de una población arbitraria son puestos a prueba, hay una alta probabilidad de que haya entre 3 y 4 individuos que contesten correctamente. Este experimento no sugiere que estos 3 ó 4 individuos tengan PES. No obstante, si sólo se publicasen tales logros, atraerían nuestra atención.

Consideremos otro ejemplo. Si se está en una fiesta con al menos 23 personas y les preguntamos sobre sus fechas de nacimiento, podemos encontrar a 2 de ellos con la misma fecha. Esto podría parecer una coincidencia asombrosa, pero los cálculos probabilísticos demuestran que esta circunstancia ocurre con una probabilidad del 50%.

En un artículo publicado en el *Journal of the American Statistical Association* (Vol. 84, pp. 853-880), dos profesores de la Universidad de Harvard, Diaconis y Mosteller, demuestran que la mayor parte de las coincidencias, hechos que pueden parecer asombrosos, son sucesos que tienen una probabilidad razonable de ocurrir de vez en cuando.

Existe una ley estadística que indica que con un tamaño muestral suficientemente grande, cualquier suceso, aunque sea pequeña la probabilidad de que suceda en un ensayo aislado, acabará ocurriendo. Puede ocurrir en cualquier momento sin podersele atribuir ninguna causa especial.

6.10. Difundamos la terminología estadística

Deseo que él quisiera aclarar su explicación.

Lord Byron.

Estudiamos las 3 reglas de lectura, escritura y aritmética en la escuela. Todo esto no es suficiente. Hay una gran necesidad de saber cómo manejar las situaciones de incertidumbre. ¿Cómo tomaremos una decisión cuando no tenemos suficiente información? Esto ha desconcertado a los filósofos durante los siglos pasados. Ahora tenemos un camino lógico para permitir la incertidumbre en la toma de decisiones. Lo podemos llamar la cuarta regla, razonamiento (de tipo inductivo) a partir de insuficientes premisas. Se deberían hacer intentos para introducir la cuarta regla en una etapa temprana del curriculum escolar. Esto puede llevarse a cabo a través de ejemplos de sucesos impredecibles de la naturaleza, variabilidad entre los individuos y errores de medición, y explicando lo que podemos aprender a partir de los datos observados o de la información obtenida en dichas situaciones.

También deberíamos intentar explorar la posibilidad de usar los medios de comunicación, los periódicos, la radio y la televisión, para educar continuamente al público sobre las consecuencias de acciones tomadas por el Gobierno y los hallazgos de los científicos. Esto precisa de periodistas con la habilidad necesaria para interpretar informaciones estadísticas y así poder dar noticia sobre ellas en un sentido imparcial. Sin lugar a dudas, los nuevos periodistas tienen algunas limitaciones. Tienen que escribir historias en el sentido de que no ofendan a la clase dirigente y que a la par sean lo bastante sensacionalistas para ser aceptadas por los editores para su publicación. Pueden no tener la experiencia para formar un juicio independiente y prefieren resumir lo que los expertos desean fomentar. Quizás, existe la necesidad de formar a periodistas capacitándolos para escribir trabajos sobre temas estadísticos. Tengo entendido que el profesor F. Mosteller de la Universidad de Harvard imparte periódicamente cursos de estadística para formar periodistas que puedan escribir imparcialmente sobre materias estadísticas y en un sentido comprensible para el público.

Esta es una loable tentativa y deberían llevarse a cabo, esfuerzos para introducir, en las universidades, cursos ordinarios de estadística orientados a escritores sobre temas científicos.

6.11. La estadística como una tecnología clave

En el pasado, la economía de un país dependía de lo bien preparado que se encontrara para la guerra. Estamos presenciando hoy en día una transformación de las amenazas y la confrontación hacia la conciliación y negociación. El mayor problema de las próximas décadas para cualquier país no será el desafío de la guerra sino el de la paz. El campo de batalla del futuro será el económico y el bienestar social. En donde deberemos luchar va a ser contra el hambre y las privaciones que afligen la sociedad. Parece que no estamos plenamente preparados para tal cometido. Nuestro éxito dependerá de que se consiga y procese la información necesaria para tomar una decisión óptima gracias a la cual los recursos disponibles, tanto en el terreno personal como en el material, sean explotados al máximo para mejorar el nivel de vida de los ciudadanos. Esto debe ser llevado a cabo de un modo cuidadoso con el fin de asegurar lo siguiente:

- El progreso sea equitativo y sostenible.
- No deben causarse daños irreversibles a la biosfera.
- No haya contaminación moral (o degradación de los valores humanos).

La Estadística podría ser la clave tecnológica para lograr esta revolución, una tecnología para dar forma a un nuevo mundo a través de la paz.

Referencias

- Cohen, B. y Lee, I.S.** (1979). "A catalog of risks". *Health Physics*, **36**, 707-722.
- Diaconis, P. y Mosteller, F.** (1989). "Methods for studying coincidences". *J. Amer. Statist. Assoc.*, **84**, 853-880.
- Phillips, D.P.** (1977). "Deathday and birthday: An unexpected connection". En *Statistics: A Guide to Biological and Health Sciences* (Eds. J.M. Tanur *et al.*) pp. 111-125, Holden Hay Inc., San Francisco.