

Estadística

PARA

DUMMIES™

Debora J. Rumsey

Traducción de Alfredo García Espada

Introducción

Todos los días estás expuesto a una cantidad increíble de información estadística. Ya sabes a qué me refiero: gráficos, tablas y titulares que hablan de los resultados del último sondeo, encuesta, experimento o estudio científico. Este libro pretende que desarrolles y mejores tu capacidad de comprender, analizar y evaluar toda esa información, y que te diviertas por el camino. Aprenderás a descifrar y tomar decisiones importantes sobre resultados estadísticos (por ejemplo los resultados de los últimos estudios médicos) y tomarás conciencia de las formas en que pueden engañarte con las estadísticas. Además, verás cuál es la forma correcta de diseñar un estudio, recopilar datos, hacer cálculos y extraer conclusiones cuando te toque hacerlo a ti.

Esta obra también está diseñada para ayudar a todos los que estéis realizando un curso de introducción a la estadística y necesitéis algo de refuerzo. Aprenderéis los conceptos básicos de la estadística y reuniréis un montón de herramientas y trucos del oficio que os ayudarán a superar el escollo de los exámenes.

Además, está repleto de ejemplos reales de fuentes reales que tienen que ver con la vida cotidiana, desde los avances médicos recientes hasta estudios de delincuencia, tendencias de población y los últimos informes del gobierno de Estados Unidos. ¡Incluso he incluido un informe sobre los peores coches del milenio! Cuando termines el libro sabrás recopilar, representar y analizar datos de manera correcta y eficaz, y estarás preparado para realizar una evaluación crítica y tomar decisiones informadas sobre los últimos sondeos, encuestas, experimentos e informes con los que te bombardean a diario. ¡Hasta aprenderás a medir la temperatura oyendo el canto de un grillo!

También te reirás con algunos chistes sobre estadísticos (que a veces se toman a sí mismos demasiado en serio). Después de todo, si se tienen los conocimientos adecuados, no hace falta ser estadístico para comprender los fundamentos de la estadística.

Acerca de este libro

Este libro se aparta de los textos, referencias, libros de consulta y guías de estudio tradicionales sobre estadística por los siguientes motivos:

- ✓ Presenta explicaciones prácticas e intuitivas de los conceptos, ideas, técnicas, fórmulas y cálculos estadísticos que suelen aparecer en un curso de introducción a la estadística.
- ✓ Ofrece procedimientos paso a paso claros y concisos que te enseñan a resolver problemas estadísticos de forma intuitiva.
- ✓ Incluye interesantes ejemplos del mundo real que guardan relación con la vida cotidiana y el lugar de trabajo.
- ✓ Proporciona respuestas claras y sinceras a preguntas como “¿Qué significa esto en realidad?” y “¿Cuándo y cómo voy a utilizar esto otro?”.

Convenciones utilizadas en este libro

Para avanzar sin tropiezos en la lectura debes conocer las siguientes convenciones:

- ✓ **Definición de tamaño muestral (n):** Cuando hablo del tamaño muestral, me refiero al número final de personas que participaron y proporcionaron información para el estudio. Dicho de otro modo, n es el tamaño del conjunto de datos final.
- ✓ **Uso ambivalente de la palabra *estadístico*:** En algunas situaciones esta palabra se refiere a la persona experta en el tema de estudio o campo de investigación que nos ocupa, como cuando dices: “Los estadísticos son unos cabezas cuadradas”. Otras veces utilizaré la palabra para referirme a una variable aleatoria o función de variables aleatorias, e incluso a su resultado concreto. Por ejemplo: “Los estadísticos básicos son la media y la desviación estándar”.
- ✓ **Uso ambivalente de la palabra *estadística*:** En ocasiones la palabra nombra a la ciencia como tal, y otras veces, generalmente en plural, se refiere de manera genérica a los resultados finales del análisis estadístico tal y como se comunican al público.
- ✓ **Uso del término *desviación estándar*:** Cuando utilice el término *desviación estándar* me referiré a s , la desviación estándar de la muestra (si me refiero a la desviación estándar de la población, te avisaré).

Aquí tienes otras convenciones básicas que te facilitarán la lectura del libro:

- ✓ Utilizo la *cursiva* para introducir un nuevo término estadístico P y por las reglas tipográficas, también van en cursiva las variables (x , y , n , etc.).

- ✓ Si ves un término o una frase en **negrita** dentro de una lista, se trata de una palabra o frase clave.
- ✓ Las direcciones de Internet se indican en monofont.

Lo que no necesitas leer

Me gustaría pensar que no vas a saltarte ninguna parte del libro, pero también sé que eres una persona ocupada. Si quieres ahorrar tiempo, puedes saltarte las partes marcadas con el icono “Cuestiones técnicas” y los textos complementarios (los recuadros sombreados en gris que encontrarás a lo largo del libro). Toda esa información es interesante pero no imprescindible para tener un conocimiento básico de la estadística.

Algunas presuposiciones

No doy por sentado que tengas ningún tipo de experiencia anterior con la estadística, salvo por el hecho de que, como todo el mundo, estás expuesto a diario a un bombardeo continuo de estadísticas en forma de números, porcentajes, gráficos, resultados “estadísticamente significativos”, estudios “científicos”, sondeos, encuestas, experimentos, etc.

Lo que sí supongo es que sabes realizar algunas operaciones matemáticas elementales y entiendes la notación básica que se utiliza en álgebra, por ejemplo las variables x e y , el signo sumatorio, calcular raíces cuadradas y potencias, etc. Si necesitas refrescar tus conocimientos de álgebra, puedes leer *Matemáticas cotidianas para Dummies*, de Charles Seiter, adaptado para su publicación en España por Marc Meléndez.

Pero tampoco quiero engañarte: la estadística obliga a hacer algunos cálculos, y por eso este libro contiene fórmulas y ecuaciones. De todos modos, no hay de qué preocuparse. Te guiaré paso a paso por todos los cálculos que sean necesarios y te daré ejemplos para que practiques a medida que avanzas con el libro. Así te familiarizarás con las operaciones y no tendrás ningún problema.

Cómo está organizado el libro

Este libro se divide en cinco partes que tratan sobre las principales áreas de la estadística básica, más una parte final donde encontrarás unos decálogos la mar de útiles y divertidos. Cada parte, a su vez, consta de varios capítulos que desglosan esas áreas de la estadística en parcelas que puedan entenderse.

Parte I: Estadísticas básicas sobre la estadística

Esta parte te ayuda a tomar conciencia de la cantidad y la calidad de las estadísticas que encuentras en tu lugar de trabajo y en tu vida cotidiana. Descubrirás que buena parte de la información estadística es incorrecta, a veces por accidente y otras veces de manera intencionada. Como primer paso para ser un entendido en la materia, conocerás algunas de las herramientas del oficio, obtendrás una visión general de la estadística como proceso orientado a obtener e interpretar información, y aprenderás algunos términos especializados.

Parte II: Nociones sobre cálculo numérico

Esta parte te ayudará a familiarizarte con la elaboración, interpretación y evaluación de presentaciones de datos (también llamadas gráficos, diagramas, etc.). También aprenderás a resumir y examinar datos calculando y combinando varios estadísticos frecuentemente utilizados y otros que quizá no conozcas todavía.

Parte III: Distribuciones y el teorema del límite central

En esta parte conocerás a fondo las tres distribuciones estadísticas más frecuentes: la distribución binomial, la distribución normal (y la normal estándar, también llamada distribución Z), y la distribución t . Descubrirás las características de cada distribución y cómo encontrar e interpretar probabilidades, percentiles, medias y desviaciones estándares. También verás medidas de situación relativa (como los percentiles).

Por último, averiguarás cómo miden los estadísticos la variabilidad de las muestras y por qué es tan importante medir la precisión de los resultados de la muestra. Y también te explicaré con pelos y señales lo que algunos estadísticos llaman “la joya de la Corona de la estadística”: el teorema del límite central (TLC). Yo no suelo utilizar este lenguaje tan florido para referirme al TLC, no vaya a ser que se me asusten los alumnos. En cuanto a los sentimientos que despierta en ellos el TLC, lo dejo a tu imaginación.

Parte IV: Estimaciones aproximadas y formulación de hipótesis fiables

Esta parte trata sobre los dos métodos que hay para generalizar los resultados de una muestra con el propósito de extraer conclusiones sobre una población entera (lo que los estadísticos llaman *inferencia estadística*). Estos dos métodos son los intervalos de confianza y el contraste de hipótesis.

En esta parte utilizaremos los intervalos de confianza para obtener estimaciones válidas para una o dos medias o proporciones poblacionales, o para la diferencia entre ellas (por ejemplo, el número medio de horas semanales que los adolescentes ven la televisión o el porcentaje de hombres y de mujeres estadounidenses que toman medicamentos para la artritis todos los días). Adquirirás los conocimientos básicos que te permitirán definir e interpretar intervalos de confianza y evaluar su corrección y credibilidad. Explorarás los factores que influyen en la amplitud de un intervalo de confianza (por ejemplo el tamaño de la muestra) y verás fórmulas, cálculos paso a paso y ejemplos para los intervalos de confianza más utilizados.

Los contrastes de hipótesis incluidos en esta parte enseñan la manera de utilizar los datos para verificar una aseveración sobre una o dos medias o proporciones poblacionales, o la diferencia entre ellas (por ejemplo, una empresa afirma que entrega los pedidos en el plazo de dos días como media: ¿es cierto?). Descubrirás qué procedimiento siguen (o deberían seguir) los investigadores para formular y verificar hipótesis y cómo puedes evaluar la precisión y credibilidad de sus resultados, y te daré instrucciones pormenorizadas y ejemplos con los que obtener e interpretar los resultados de los contrastes de hipótesis más utilizados.

Parte V: Estudios estadísticos y la búsqueda de una relación significativa

Esta parte ofrece una visión general de las encuestas, los experimentos y los estudios de observación. Aprenderás para qué sirven esos estudios, cómo se llevan a cabo, cuáles son sus limitaciones y cómo deben evaluarse para determinar si los resultados son fiables.

También te explicaré con todo detalle la forma de analizar pares de variables numéricas y variables categóricas para encontrar relaciones, lo cual constituye el objeto de un gran número de estudios. Para los pares de variables categóricas hay que crear tablas de contingencia y encontrar probabilidades y distribuciones conjuntas, condicionales y marginales. Si se encuentra una relación de dependencia, se describe la naturaleza de dicha relación utilizando probabilidades. Para las variables numéricas se crean diagramas de dispersión, se encuentra y se interpreta la correlación existente, se realizan análisis de regresión, se estudia el ajuste de la recta de regresión y el impacto de los valores atípicos, se describe la relación por medio de la pendiente y se utiliza la recta para hacer predicciones. ¡Y todo eso en un día!

Parte VI: Los decálogos

En esta parte breve y sencilla encontrarás diez consejos para valorar datos estadísticos y para detectar estudios y resultados sospechosos, así como diez maneras seguras de sacar mejor nota en un examen de estadística.

Algunos cálculos estadísticos requieren el uso de tablas estadísticas. En el apéndice he incluido todas las que necesitarás para este libro. Estas tablas son la tabla Z (para la distribución normal estándar, también llamada distribución Z), la tabla t (para la distribución t) y la tabla binomial (para, lo has adivinado, la distribución binomial). Encontrarás instrucciones y ejemplos de uso de estas tres tablas en los correspondientes apartados de esta obra.

Iconos utilizados en este libro

Los iconos llaman la atención sobre determinadas cuestiones que aparecen de forma recurrente a lo largo del libro. Éstos son los iconos usados y su significado:



Este icono hace referencia a consejos, ideas o atajos que puedes utilizar para ahorrar tiempo. También señala otras maneras de enfocar un concepto en particular.



Este icono está reservado para algunas ideas concretas que espero que recuerdes mucho tiempo después de haber terminado el libro.



Este icono se refiere a maneras concretas en que los investigadores o los medios de comunicación pueden engañarte con las estadísticas, y te explica qué puedes hacer al respecto; además, señala posibles problemas y dificultades que debes tener en cuenta en los exámenes.



Busca este icono si tienes un interés especial en comprender los aspectos más técnicos de determinadas cuestiones estadísticas. Puedes saltártelo si no quieres entrar en tanto detalle.

Lo que tienes por delante

Este libro está escrito de forma que puedes comenzar por cualquier sitio e igualmente entender lo que pone. Por lo tanto, puedes echar un vistazo al sumario o al índice, buscar la información que te interese e ir directamente a la página en cuestión. De todos modos, si buscas información sobre un tema en particular y estás deseando sumergirte en él, aquí tienes algunas indicaciones:

- ✓ Para aprender a realizar e interpretar gráficos, diagramas, medias, medianas y similares, ve a la parte II.

- ✓ Si buscas información sobre la distribución normal, Z , t o binomial o sobre el teorema del límite central, mira en la parte III.
- ✓ Si quieres un monográfico sobre intervalos de confianza y contrastes de hipótesis de todo tipo, pasa a la parte IV.
- ✓ Para saber más sobre experimentos, regresiones y tablas de contingencia, busca en la parte V.

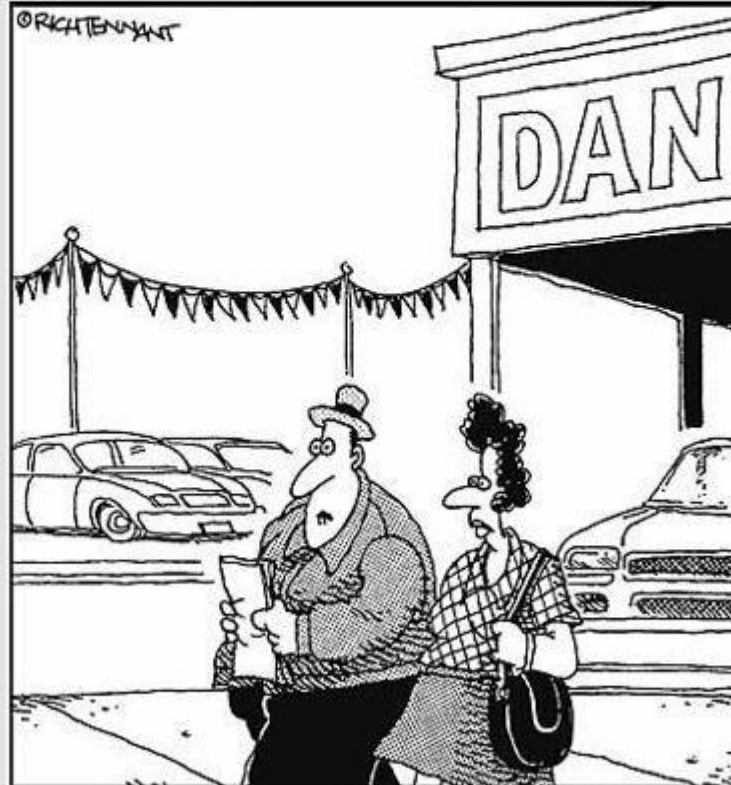
Si no estás seguro de por dónde empezar, lee primero el capítulo 1 para obtener una visión general y continúa luego con el resto del libro. ¡Que te diviertas leyendo!

Parte I

Estadísticas básicas sobre la estadística

The 5th Wave

Rich Tennant



—¿ES COSA MÍA O A TI TAMBIÉN TE PARECE UN POCO
ESCASA ESA ESTADÍSTICA DE "SATISFACCIÓN AL 50%"?

En esta parte...

Cada vez que enciendes el televisor o abres un periódico te expones a un bombardeo de cifras, diagramas, gráficos y resultados estadísticos. La encuesta del día, el último avance en medicina... sólo ves números y más números. Sin embargo, buena parte de la información estadística que te obligan a consumir es errónea, unas veces por accidente y otras de manera intencionada. ¿Cómo puedes saber qué datos son ciertos? Haciendo una intensa labor de investigación.

Esta parte ayuda a despertar al sabueso de las estadísticas que hay en ti, para lo cual se analiza el modo en que las estadísticas influyen en tu vida cotidiana y en tu trabajo, hasta qué punto es incorrecta gran parte de la información que te dan y qué puedes hacer tú al respecto. Además esta parte te ayuda a familiarizarte con algunos términos especializados que te resultarán útiles más adelante.

Capítulo 1

La estadística en pocas palabras

En este capítulo

- ▶ Descubrir en qué consisten los procesos estadísticos
- ▶ Aprovechar la estadística para triunfar en la vida cotidiana, en el terreno profesional y en los estudios

Hoy en día nos bombardean con tal cantidad de datos que cualquiera (incluso yo) puede sentirse abrumado. Desde luego, yo no te culparía por desconfiar de las estadísticas que lees a diario en los medios. A mí me ocurre lo mismo. Lo bueno es que, a pesar de la gran cantidad de información engañosa e incorrecta que se publica, también se produce material de calidad; por ejemplo, muchos estudios y técnicas relacionadas con datos ayudan a mejorar la calidad de vida de las personas. Tu tarea es distinguir lo bueno de lo malo y confiar en tu capacidad de lograrlo. Al entender los pormenores de la estadística y los procedimientos estadísticos, ganas confianza con los números y cobras ventaja en tu vida cotidiana, en el trabajo y en los estudios. Y de eso justamente trata este libro.

En este capítulo te ofrezco una visión general del papel que desempeña la estadística en la sociedad actual, rebotante de datos y cifras, y te cuento lo que puedes hacer para no sólo sobrevivir, sino prosperar. Obtendrás una perspectiva mucho más amplia de la estadística si te adentras en el método científico y aprendes a diseñar estudios eficaces, recopilar datos válidos, organizar y analizar la información, interpretar los resultados y extraer conclusiones adecuadas (¡y tú que pensabas que la estadística era sólo hacer cálculos!).

Prosperar en un mundo estadístico

Todos los días recibimos un aluvión de estadísticas que cuesta mucho controlar y nos afectan de maneras muy distintas. Comienza por la mañana, nada más salir de la cama, cuando enciendes el televisor y el hombre del tiempo te ofrece unas predicciones basadas en análisis estadísticos de datos antiguos y condiciones meteorológicas actuales. Mientras desayunas, lees atentamente la información nutricional impresa en la caja de cereales. En el trabajo te enfrentas a diagramas y tablas repletas de números, introduces datos en hojas de cálculo, realizas diagnósticos, tomas medidas, estimas gastos, tomas decisiones a partir de estadísticas y pides repuestos teniendo en cuenta los datos de venta de los meses anteriores.

A mediodía vas a comer al mejor restaurante de la zona según una encuesta realizada a 500 personas. El precio de los platos que te sirven se determina tras consultar datos de marketing. En la consulta del médico te miden la tensión arterial, la temperatura corporal y el peso, te hacen un análisis de sangre y después te dan un informe donde tus resultados aparecen comparados con los valores que se consideran normales desde un punto de vista estadístico.

Conduces un coche que han puesto a punto con un ordenador que ejecuta diagnósticos estadísticos. Cuando llegas a casa, pones las noticias y oyes las últimas estadísticas sobre delincuencia, te enteras de cómo ha ido la Bolsa y descubres cuántas personas fueron al zoo la semana pasada.

Por la noche te cepillas los dientes con un dentífrico que, según las estadísticas, es muy eficaz contra la caries. Lees unas cuantas páginas de un libro que te compraste tras ver unas estimaciones de ventas basadas en criterios estadísticos, y por fin te duermes. Y a la mañana siguiente vuelta a empezar. Pero ¿cómo puedes estar seguro de que todas esas estadísticas en las que confías a diario son correctas? En el capítulo 2 comento con más detalle algunos ejemplos de cómo la estadística está presente en nuestras vidas personales y profesionales, en qué medida te afecta y cómo puedes ser más consciente de ella.



Algunas estadísticas son vagas, inadecuadas o simplemente erróneas. Debes tomar conciencia de las cifras estadísticas que te encuentras a diario y entrenar la mente para ser capaz de distanciarte de toda esa información, examinarla con detenimiento, hacerte preguntas y pulsar el botón de alarma cuando algo no termine de cuadrar. En el capítulo 3 te doy varios ejemplos de cómo puede engañarte una estadística errónea y te enseño a desarrollar la capacidad de pensar de forma crítica e identificar problemas antes de creerte los resultados a pies juntillas.

Igual que cualquier otro campo del saber, la estadística tiene su propia jerga técnica. En el capítulo 4 verás el significado de algunos de los términos estadísticos más utilizados. Dominar la terminología te hace más capaz de comprender y transmitir estadísticas de cierta complejidad sin sentirte intimidado. Este conocimiento aumenta tu credibilidad cuando utilizas términos precisos para señalar (y explicar) un error en un resultado estadístico. Además, cuando utilices tablas, gráficos y análisis estadísticos, tus presentaciones transmitirán más información y serán más efectivas (bueno, el caso es que debes conocer toda esa jerga porque la utilizo en el libro; pero no te preocupes porque siempre te la recuerdo).

En los siguientes apartados verás de qué modo la estadística interviene en todas las fases del método científico.

Diseñar estudios adecuados

Todo el mundo hace preguntas, desde las compañías farmacéuticas hasta los biólogos, pasando por los analistas de marketing y los gobiernos. Y, en último término, todo el mundo utiliza las estadísticas para responder a esas preguntas. En concreto, muchos estudios médicos y psicológicos se hacen porque alguien quiere saber la respuesta a una determinada pregunta. Por ejemplo,

- ✓ ¿Esta vacuna será efectiva para prevenir la gripe?
- ✓ ¿Qué piensan los estadounidenses sobre la coyuntura económica actual?
- ✓ ¿El mayor uso de las redes sociales es causa de depresión entre los adolescentes?

El primer paso tras plantear la pregunta que da pie a la investigación consiste en diseñar un estudio efectivo para recopilar datos que ayuden a responder a esa pregunta. Este paso equivale a decidir qué proceso debes utilizar para obtener los datos que necesitas. En este apartado comento las principales características de los dos tipos de estudios más importantes (encuestas y experimentos) y por qué es tan importante valorar la manera en que se ha diseñado un estudio antes de creerse los resultados.

Encuestas

Un *estudio de observación* es aquel en que se recopilan datos de personas sin que éstas se vean afectadas. El estudio de observación más común es la encuesta. Las *encuestas* son cuestionarios que se presentan a personas escogidas del grupo de población que es objeto de estudio. Las encuestas pueden adoptar distintas formas: encuestas en papel enviadas por correo, cuestionarios en sitios web, encuestas de llamada voluntaria realizadas por cadenas de televisión, encuestas telefónicas, etc.



Si se realizan correctamente, las encuestas son unas herramientas muy útiles para obtener información. Sin embargo, si no se hacen bien, pueden proporcionar datos erróneos. Algunos problemas pueden provenir de errores en la formulación de las preguntas (que pueden dar lugar a equívocos), de la negativa a responder por parte

de las personas que fueron elegidas para participar, o de no incluir todos los grupos de población. Debido a estos posibles problemas, es imprescindible meditar a fondo la encuesta antes de realizarla.



Muchos investigadores invierten mucho tiempo y dinero en diseñar buenas encuestas (según los criterios que expongo en el capítulo 16), y entonces sí se puede confiar en ellas. No obstante, como te encuentras con encuestas de todo tipo en los medios de comunicación, en el trabajo y en muchas de tus clases, es importante que sepas evaluar rápidamente el modo en que se han diseñado y realizado dichas encuestas y puedas identificar problemas concretos con conocimiento de causa. Las herramientas que necesitas para valorar una encuesta se encuentran en el capítulo 16.

Experimentos

Un *experimento* impone uno o más tratamientos a los participantes de manera que puedan establecerse comparaciones claras. Una vez aplicados los tratamientos, se anotan las respuestas. Por ejemplo, para estudiar el efecto de la dosis de un fármaco sobre la tensión arterial, un grupo puede tomar 10 miligramos de dicho fármaco y otro grupo puede tomar 20 miligramos. Generalmente también hay un grupo de control, cuyos integrantes reciben un placebo (una pastilla de azúcar) o un tratamiento estándar no experimental (como los medicamentos que se administran actualmente a los enfermos de Sida).



Para ser válido y fiable, un experimento debe diseñarse de manera que se reduzca al mínimo el sesgo, que se recopilen muchos datos válidos y que se realicen comparaciones adecuadas (entre el grupo experimental y el grupo de control). Entre los posibles problemas que puede haber con un experimento están los siguientes: que los investigadores o los sujetos conozcan el tratamiento, que el resultado del estudio se vea afectado por factores no controlados (por ejemplo el peso del sujeto, si se está estudiando la dosis de un fármaco) o que no haya un grupo de control (en cuyo caso no existe una referencia con la que comparar los resultados).

Pero, si se diseña como es debido, un experimento puede ayudar al investigador a establecer una relación causa-efecto si la diferencia entre las respuestas del grupo experimental y del grupo de control es estadísticamente significativa (es decir, si es improbable que haya ocurrido de forma casual).



Los experimentos ayudan a crear y probar nuevos fármacos, establecer normas para la manipulación de alimentos y evaluar si un nuevo tratamiento médico puede curar una enfermedad o al menos reducir sus consecuencias. Sin duda, nuestra calidad de vida ha mejorado gracias al uso de experimentos bien diseñados. Sin embargo, no todos lo están, y por eso es fundamental que sepas distinguir qué resultados son creíbles y cuáles son increíbles (esto es un chiste), sobre todo cuando las conclusiones son importantes para ti. En el capítulo 17 encontrarás todo lo que debes saber sobre los experimentos y la forma de evaluarlos.

Recopilar datos de calidad

Una vez diseñado un estudio, ya sea una encuesta o un experimento, hay que seleccionar los participantes y tener claro el modo en que se van a recopilar los datos. Esta fase del proceso es clave para obtener datos fiables, y de eso trata este apartado.

Seleccionar una muestra válida



Los estadísticos tienen un dicho: “Si entra basura, sale basura”. Si seleccionas los *sujetos* (las personas que participarán en el estudio) de manera *sesgada* (es decir, favoreciendo a determinadas personas o grupos de personas), los resultados también estarán sesgados. Así de simple.

Pongamos que Miguel quiere conocer la opinión de los habitantes de tu ciudad acerca de un casino que podría abrirse. Miguel va a un centro comercial con una carpeta sujetapapeles y se dedica a preguntar a la gente que pasa por su lado. ¿Está haciendo algo mal? Bueno, sólo va a conseguir las opiniones de a) las personas que compren en ese centro comercial; b) ese día en concreto; c) a esa hora en concreto; d) y que se tomen la molestia de contestar.

Esas circunstancias son demasiado restrictivas, ya que los sujetos a los que pregunta no representan a una sección transversal de la ciudad. Miguel también podría colgar la encuesta en Internet y pedir a la gente que entre en la web para votar. No obstante, tan sólo obtendría datos de quienes conocieran la web, tuvieran acceso a Internet y además quisieran responder, y suele ocurrir que sólo las personas con

opiniones muy tajantes se toman tantas molestias. Al final Miguel no tiene más que un montón de datos sesgados sobre personas que no representan en absoluto a la ciudad.



Para reducir al mínimo el sesgo en una encuesta, la palabra clave es *aleatoriedad*. La muestra de personas debe elegirse de forma *aleatoria*, es decir, al azar, como si se sacaran los nombres de un sombrero. Los científicos utilizan varios métodos para elegir personas de forma aleatoria (los encontrarás en el capítulo 16).

Ten en cuenta que, a la hora de diseñar un experimento, generalmente no es ético coger una muestra aleatoria de personas y pedirles que participen, ya que los experimentos obligan a los sujetos a seguir un tratamiento. Lo que se hace entonces es pedir voluntarios. Hay que asegurarse de que los voluntarios escogidos representen a la población de interés y que sus datos se recopilen correctamente para luego poder extrapolar los resultados a un grupo más grande. El procedimiento se explica en el capítulo 17.

Después de leer los capítulos 16 y 17, habrás aprendido a analizar los métodos de otros para selección de muestras e incluso sabrás diseñar un plan propio. Al final sabrás cuándo decir: “Si entra basura, sale basura”.

Evitar el sesgo en los datos

El *sesgo* es el favoritismo sistemático hacia determinadas personas o determinadas respuestas. El sesgo es el principal enemigo de los estadísticos, que hacen todo lo posible por reducirlo al mínimo. ¿Quieres un ejemplo de sesgo? Imagina que estás haciendo una encuesta telefónica sobre satisfacción en el trabajo. Si haces las llamadas a los domicilios entre las nueve de la mañana y las cinco de la tarde, no hablarás con nadie que trabaje durante el día. Puede que los trabajadores diurnos estén más satisfechos que los nocturnos.

Cuando se recopilan datos para una encuesta, hay que evitar el sesgo. Por ejemplo: algunas encuestas son demasiado largas, ¿qué pasa si alguien deja de responder a las preguntas a la mitad del cuestionario? ¿Y si el encuestado miente y te dice que gana 100.000 euros en lugar de 45.000? ¿Y si te da una respuesta que no está en la lista de respuestas posibles? Cuando se están recopilando datos en una encuesta pueden surgir muchos problemas, y tú tienes que ser capaz de detectarlos.



A veces los experimentos plantean incluso más problemas que las encuestas en lo que respecta al sesgo y la recopilación de datos. Pongamos que quieres medir la tensión arterial. ¿Qué pasa si el instrumento que utilizas se rompe en mitad del experimento? ¿Y si alguien abandona el experimento a medias? ¿Y si durante el experimento ocurre algo que distrae a los sujetos o a los investigadores? ¿Y si tienen que hacer un análisis de sangre exactamente una hora después de haber administrado una dosis de un fármaco y no logran encontrar una vena? Éstos son sólo algunos ejemplos de cosas que pueden salir mal cuando estás recopilando datos para un experimento, y debes estar preparado para localizar estos problemas.

Cuando hayas terminado de leer el capítulo 16 (sobre muestras y encuestas) y el capítulo 17 (sobre experimentos), sabrás seleccionar muestras y recopilar datos de manera no sesgada, prestando atención a todas esas pequeñas cosas que pueden influir en los resultados. Además, habrás aprendido a valorar la fiabilidad de resultados estadísticos y podrás hacerte oír porque sabrás de qué estás hablando.

Crear resúmenes eficaces

Una vez que has recopilado datos válidos, el siguiente paso consiste en resumirlos para tener una visión más amplia. Los estadísticos describen los datos de dos formas distintas: mediante números (llamados *estadísticos descriptivos*) y mediante dibujos (es decir, diagramas y gráficos).

Estadísticos descriptivos

Los *estadísticos descriptivos* son números que describen las características importantes de un conjunto de datos:



- ✓ Si los datos son *categoricos* (cuando las personas se enmarcan en grupos, por ejemplo por razón de su sexo o filiación política), generalmente se resumen utilizando el número de personas que hay en cada grupo (la *frecuencia*) o el porcentaje de personas en cada grupo (la *frecuencia relativa*).
- ✓ Los *datos numéricos* representan medidas o recuentos, de modo que los números tienen significado por sí mismos (por ejemplo la altura y el peso). Los datos numéricos permiten resumir otras características, aparte del número o porcentaje que hay en cada grupo. Estas características incluyen, entre otras:

- Medidas de tendencia central (dicho de otro modo, ¿dónde está el “centro” de los datos?).
- Medidas de dispersión (¿qué grado de diversidad o concentración presentan los datos en torno al centro?).
- Si procede, números que midan la relación entre dos variables (por ejemplo, la altura y el peso).



Algunos estadísticos descriptivos resultan más adecuados que otros en determinadas situaciones. Por ejemplo, la media no es siempre la mejor medida del centro de un conjunto de datos, sino que la mediana es a menudo una elección más acertada. Asimismo, la desviación estándar no es la única medida de variabilidad que existe: el rango intercuartílico también resulta muy adecuado. Tienes que aprender a discriminar, interpretar y valorar los tipos de estadísticos descriptivos que ves a diario, y saber cuándo convendría utilizar un estadístico más apropiado.

Los estadísticos descriptivos más comunes se calculan, interpretan, comparan y valoran en el capítulo 5. Estos estadísticos descriptivos de uso habitual son las frecuencias y frecuencias relativas (recuentos y porcentajes), para los datos categóricos, y la media, mediana, desviación estándar, percentiles y sus combinaciones, para los datos numéricos.

Diagramas y gráficos

Para resumir los datos de forma visual se utilizan diagramas y gráficos. Se trata de presentaciones organizadas para que puedas obtener rápidamente una visión de conjunto de los datos o centrarte en un resultado en concreto. En un mundo donde prima la información rápida y las citas jugosas, los gráficos y diagramas son cosa común y corriente. La mayoría de ellos muestran la información de manera clara, eficaz e imparcial. Lo malo es que dejan cierto margen para licencias poéticas y, en consecuencia, pueden exponerte a gran cantidad de datos engañosos e incorrectos.



En los capítulos 6 y 7 hablo sobre los principales tipos de diagramas y gráficos utilizados para resumir datos categóricos y numéricos (en el apartado anterior encontrarás más información sobre ambos tipos de datos). Te explicaré cómo se

elaboran, para qué sirven y cómo se interpretan los resultados. También te mostraré muchas formas de elaborar diagramas y gráficos con el propósito de engañar, y te diré cómo detectar rápidamente los problemas. Es cuestión de que aprendas a decir: “¡Espera un momento! ¡Esto no está bien!”, y sepas por qué. Te adelanto algunos puntos destacados:

- ✓ Entre los gráficos básicos utilizados para datos categóricos se encuentran los gráficos de sectores y los gráficos de barras, que desglosan variables como el sexo de la persona o las aplicaciones de móvil utilizadas por los adolescentes. Un gráfico de barras, por ejemplo, puede mostrar las opiniones sobre una cuestión utilizando cinco barras ordenadas desde “totalmente en contra” hasta “totalmente a favor”. En el capítulo 6 encontrarás abundante información sobre la manera de elaborar e interpretar y, lo que es aún más importante, evaluar estos diagramas y gráficos para saber si son imparciales. Te sorprenderás al ver cuántos errores pueden llegar a cometerse en un simple gráfico de barras.
- ✓ Para datos numéricos como altura, peso, tiempo o cantidad se necesita un tipo de gráfico distinto. Los histogramas y los diagramas de cajas pueden ser muy explicativos y aportar información de calidad sobre un conjunto de datos. Pero también pueden llevar a equívocos, ya sea por accidente o de manera intencionada (más información en el capítulo 7).



Los diagramas y los gráficos son el pan nuestro de cada día; no tienes más que abrir un periódico para encontrarte con alguno sin tan siquiera buscar. Tener una lupa de estadístico que te ayude a interpretar la información es fundamental para detectar gráficos engañosos antes de extraer conclusiones incorrectas que puedan llevarte a tomar decisiones incorrectas. Todas las herramientas que necesitas están esperándote en el capítulo 6 (para datos categóricos) y en el capítulo 7 (para datos numéricos).

Determinar distribuciones

Una *variable* es una característica que se cuenta, se mide o se categoriza, como por ejemplo el sexo, la edad, la altura, el peso o el número de mascotas que tienes. Una *distribución* es una relación de los posibles valores (o intervalos de valores) de una variable con indicación de la frecuencia (o densidad) con que se presentan. Por ejemplo, se estima que la distribución del sexo en el momento de nacer es el 52,4% de varones y el 47,6% de mujeres.



Existen diferentes tipos de distribuciones para diferentes variables. Las tres distribuciones siguientes son las más utilizadas en un curso de introducción a la estadística, y tienen muchas aplicaciones en el mundo real:

- ✓ Si una variable cuenta los éxitos en un determinado número de intentos (por ejemplo la cantidad de personas que se curaron al tomar un determinado fármaco), tiene una distribución *binomial*.
- ✓ Si la variable adopta valores que siguen una curva en forma de campana, por ejemplo los resultados de la evaluación nacional del rendimiento académico, tiene una distribución *normal*.
- ✓ Si la variable está basada en medias muestrales y los datos son limitados, por ejemplo si se lleva a cabo un experimento con tan sólo diez sujetos para comprobar si un plan de adelgazamiento surte efecto, puedes utilizar la distribución *t*.

Tienes que saber cómo determinar la distribución que tiene una variable en particular, cómo encontrar las probabilidades y cómo calcular la desviación media y estándar de los resultados a largo plazo. Para enseñarte todo eso he incluido en el libro tres capítulos, uno dedicado a cada una de las distribuciones: el capítulo 8 trata sobre la distribución binomial, el capítulo 9 se refiere a la distribución normal y el capítulo 10 se centra en la distribución *t*.



Si estás haciendo un curso de introducción a la estadística (o cualquier otro curso de estadística, a decir verdad) ya sabrás que uno de los conceptos más difíciles de entender son las distribuciones muestrales y el teorema del límite central (ambas cosas van de la mano). El capítulo 11 te guía paso a paso por estos temas para que acabes entendiendo qué es una distribución muestral, qué utilidad tiene y por qué es la base para realizar análisis de datos como los contrastes de hipótesis y los intervalos de confianza (en el siguiente apartado profundizo en el análisis de datos). Cuando entiendas el teorema del límite central te será más fácil resolver problemas difíciles, y todas las claves sobre esta cuestión se encuentran en el capítulo 11.

Realizar análisis adecuados

Después de recopilar los datos y describirlos por medio de números y gráficos viene la parte divertida: adentrarnos en ese terreno pantanoso que llamamos *análisis estadístico*. Si el estudio está bien diseñado, las preguntas originales pueden responderse utilizando el análisis adecuado (la palabra clave es *adecuado*).



Existen muchos tipos de análisis y es fundamental elegir el adecuado para cada situación, así como interpretar correctamente los resultados, ser consciente de las limitaciones y saber valorar los análisis de otras personas y las conclusiones extraídas con ellos.

Este libro contiene toda la información y las herramientas que necesitas para analizar datos utilizando los métodos más habituales de la estadística básica: intervalos de confianza, contrastes de hipótesis, correlación y regresión, y análisis de tablas de contingencia. En este apartado encontrarás una visión general de todos esos métodos.

Margen de error e intervalos de confianza

Muchas veces una estadística intenta estimar números relativos a una población entera; de hecho, ves datos de ese tipo casi a diario en forma de resultados de encuestas. Los medios de comunicación dicen cuál es el precio medio de la gasolina, qué piensan los ciudadanos sobre la actuación del gobierno o cuántas horas a la semana pasa la gente navegando por Internet.

Pero lo cierto es que nadie puede darte una cifra concreta y afirmar que es una estimación precisa de toda la población, a menos que haya recopilado datos de todas y cada una de las personas que componen esa población. Por ejemplo, pueden decirte que el 60% de los ciudadanos no están de acuerdo con la política del gobierno en materia de sanidad, pero tú sabes que a ti no te han preguntado, de modo que ¿cómo se supone que han preguntado a todo el mundo? Y como no han preguntado a todo el mundo, sabes que dar una única cifra como respuesta no es suficiente.

Lo que en realidad ocurre es que se recopilan datos de una muestra de la población (por ejemplo, la organización Gallup llama por teléfono a 2.500 personas elegidas al azar), se analizan los resultados de esa muestra y se extraen conclusiones para toda la población (por ejemplo, todos los ciudadanos españoles).



Lo importante aquí es que los resultados son distintos para cada muestra, y esa variabilidad debe mencionarse (aunque muchas veces no se menciona). El estadístico utilizado para medir y comunicar el grado de precisión de los resultados de una muestra se llama *margen de error*. En este contexto, la palabra *error* no significa que alguien se haya equivocado; sólo significa que, al tomarse una muestra más pequeña que la población completa, existe cierta divergencia entre los resultados obtenidos y el valor real que se está intentando estimar para la población.

Por ejemplo, alguien comprueba que el 60% de las 1.200 personas encuestadas no están de acuerdo con la política del gobierno en materia de sanidad y comunica los resultados con un margen de error de más/menos un 2%. Este intervalo de valores probables comprendido entre el 58 y el 62% se llama *intervalo de confianza*.



Todos estamos expuestos a resultados que incluyen un margen de error e intervalos de confianza, y con la explosión de datos de hoy en día muchas personas los utilizan también en el trabajo. Es importante que conozcas los factores que influyen en el margen de error (por ejemplo el tamaño muestral) y los rasgos característicos de un buen intervalo de confianza, y también deberías ser capaz de encontrar por ti mismo un intervalo de confianza cuando lo necesites.

En el capítulo 12 encontrarás todo lo que necesitas saber sobre el margen de error: cuáles son sus componentes, qué es lo que mide y lo que no mide, y cómo se calcula para varias situaciones. El capítulo 13 te guía paso a paso por las fórmulas, cálculos e interpretaciones de intervalos de confianza para una media poblacional, una proporción poblacional, y la diferencia entre dos medias y proporciones.

Contrastes de hipótesis

Un elemento esencial de los estudios de investigación es el contraste de hipótesis. Un *contraste de hipótesis* es una técnica que utiliza datos con el propósito de validar o invalidar una afirmación sobre una población. Por ejemplo, un político declara que el 80% de las personas de su comunidad están de acuerdo con él. ¿Está diciendo la verdad? O pongamos el caso de una empresa que asegura entregar las pizzas en treinta minutos o menos. ¿Seguro que es cierto? Los investigadores médicos utilizan los contrastes de hipótesis continuamente para comprobar si un

determinado fármaco es o no eficaz, para comparar los efectos secundarios de un nuevo fármaco con los de otro fármaco ya existente, o para determinar qué plan de adelgazamiento es más eficaz para un determinado grupo de personas.

Los elementos de una población que se verifican más a menudo son:



- ✓ La media de la población (¿el tiempo medio de entrega de treinta minutos es realmente cierto?).
- ✓ La proporción de la población (¿es verdad que el 80% de los votantes apoyan a ese candidato, o la cifra es menor?).
- ✓ La diferencia entre dos medias o proporciones poblacionales (¿es cierto que el promedio de peso perdido con esta nueva dieta supera en 5 kilos al promedio de la dieta más popular? O también: ¿es cierto que este fármaco reduce la tensión arterial el 10% más que el fármaco actual?).



Los contrastes de hipótesis se utilizan en muchos ámbitos distintos que influyen en tu vida cotidiana, por ejemplo estudios médicos, anuncios, datos de sondeos y prácticamente cualquier otra aplicación donde se establezcan comparaciones tomando como base promedios o proporciones. En el terreno laboral, los contrastes de hipótesis se utilizan mucho en áreas como el marketing, para determinar si un determinado tipo de anuncio es efectivo o si un determinado grupo de personas compra más o menos tu producto en comparación con el año anterior.

Muchas veces sólo te enteras de las conclusiones de los contrastes de hipótesis (por ejemplo, este fármaco es bastante más eficaz y tiene menos efectos secundarios que el fármaco que estás utilizando ahora), pero no te dicen qué métodos han utilizado para llegar a esas conclusiones. En el capítulo 14 te cuento todos los pormenores y entresijos de los contrastes de hipótesis, para que puedas realizarlos y valorarlos con conocimiento de causa. El capítulo 15 contiene instrucciones paso a paso para diseñar y llevar a cabo contrastes de hipótesis para un gran número de situaciones específicas (una media poblacional, una proporción poblacional, la diferencia de dos medias poblacionales, etc.).

Después de leer los capítulos 14 y 15 estarás mucho mejor preparado para cuando tengas que decidir a qué grupo debes orientar las acciones de marketing de un producto, qué marca de neumáticos dura más, qué eficacia tiene un determinado plan de adelgazamiento, y otras cuestiones más importantes como, por ejemplo, qué procedimiento quirúrgico deberías elegir.

Correlación, regresión y tablas de contingencia

Uno de los objetivos más comunes de las investigaciones consiste en encontrar vínculos entre variables. Por ejemplo,

- ✓ ¿Qué hábitos de vida aumentan o disminuyen el riesgo de padecer cáncer?
- ✓ ¿Qué efectos secundarios se asocian a este nuevo fármaco?
- ✓ ¿Puedo reducir el colesterol tomando este nuevo suplemento de hierbas?
- ✓ ¿Pasar mucho tiempo navegando por Internet te hace ganar peso?

Encontrar relaciones entre variables es lo que ayuda a la comunidad médica a diseñar mejores fármacos y tratamientos, proporciona a los expertos en marketing información sobre quién es más probable que compre sus productos, y permite a los políticos saber a quién deben dirigir sus argumentos a favor y en contra de determinadas políticas.



La búsqueda de relaciones entre variables genera muchos resultados estadísticos, pero ¿sabrías discriminar entre los que son correctos y los que no? Muchas decisiones importantes se basan en estos estudios, y por eso es importante saber qué normas deben cumplirse para que los resultados puedan considerarse fiables, sobre todo cuando se concluye la existencia de una relación causa-efecto.

En el capítulo 18 comento todos los pormenores y dificultades de crear representaciones gráficas a partir de dos variables numéricas (por ejemplo la dosis y la tensión arterial), encontrar e interpretar una *correlación* (la fuerza y la dirección de la relación lineal entre x e y), hallar la ecuación de una línea recta que se corresponda lo mejor posible con los datos (y cuándo es apropiado hacer tal cosa), y cómo utilizar esos resultados para realizar predicciones sobre una variable a partir de otra variable (lo que se llama *regresión*). También te ofrezco herramientas para

averiguar si una recta se corresponde o no con los resultados, y qué conclusiones puedes extraer (y las que no deberías extraer) en las situaciones en que sí se corresponde.

En el capítulo 19 comento con detalle varios métodos para encontrar y describir relaciones entre dos variables categóricas (por ejemplo, el número de dosis diarias y la presencia o ausencia de náuseas). También explico la manera de recopilar y organizar datos en *tablas de contingencia* (donde los valores posibles de una variable forman las filas y los valores posibles de la otra variable forman las columnas), interpretar los resultados, analizar los datos de dichas tablas para encontrar relaciones, y verificar la independencia. Asimismo, igual que hago en todo el libro, te doy estrategias para valorar de forma crítica si los resultados de estos tipos de análisis son fiables.

Extraer conclusiones fiables



Para realizar análisis estadísticos, los investigadores utilizan aplicaciones informáticas que dependen de fórmulas. Sin embargo, las fórmulas no saben si están siendo utilizadas en la forma debida, y no te avisan si los resultados son incorrectos. Por muchos cálculos que hagan, los ordenadores no te dirán nunca qué significan los resultados. Eres tú quien debe averiguarlo. A lo largo de este libro verás qué tipos de conclusiones puedes y no puedes extraer después de realizar el análisis. Los siguientes apartados son una introducción al arte de extraer conclusiones correctas.

Detectar resultados exagerados

Uno de los errores más comunes a la hora de extraer conclusiones consiste en exagerar los resultados o extrapolarlos a un grupo más grande que el representado por el estudio. Por ejemplo, un profesor quiere saber qué anuncios gustaron más a los espectadores de la final de la Copa del Mundo de fútbol, así que reúne a 100 alumnos suyos y les pide que puntúen los anuncios a medida que se los muestra. De esta forma crea un ranking y concluye que los cinco anuncios que ocupan los primeros puestos fueron los preferidos de todas las personas que vieron la final por televisión. Pero la verdad es que únicamente sabe qué anuncios gustaron más a sus alumnos. Como no estudió a ningún otro grupo, no puede extraer conclusiones sobre todos los televidentes.

Cuestionar afirmaciones de causa-efecto

Un ejemplo de razonamiento incorrecto es cuando los investigadores observan que dos variables están relacionadas (por medio de un análisis como, por ejemplo, la regresión; más información en el apartado anterior “Correlación, regresión y tablas de contingencia”) y automáticamente llegan a la conclusión de que esas dos variables presentan una relación de causa-efecto.

Pongamos que un investigador realiza una encuesta sobre salud y descubre que las personas que toman vitamina C todos los días se resfrían menos que quienes no toman vitamina C a diario. En vista de los resultados, y utilizando esos datos como prueba, escribe un artículo y lanza un comunicado de prensa diciendo que la vitamina C previene los resfriados.

Bueno, aunque quizá sea cierto que la vitamina C previene los resfriados, este estudio no tiene base suficiente como para afirmar tal cosa. Se trata de un estudio de observación, lo que significa que el investigador no controlaba otros factores que podrían estar relacionados con la vitamina C y con los resfriados. Por ejemplo, puede que las personas que toman vitamina C todos los días se preocupen más por su salud, se laven las manos más a menudo, hagan más ejercicio físico y coman alimentos más sanos, todo lo cual podría contribuir a resfriarse menos veces.



A menos que hagas un experimento controlado, no puedes extraer una conclusión causa-efecto a partir de las relaciones que observes (anteriormente en este mismo capítulo he hablado de los experimentos con más detalle).

Conviértete en un detective, no en un escéptico

La estadística es mucho más que jugar con los números. Para comprender de verdad la estadística tienes que aprender a extraer conclusiones correctas a partir de los datos estudiados y ser suficientemente listo como para no creerte todo lo que oigas o leas hasta que descubras cómo se obtuvo la información, qué se hizo con ella y cómo se llegó a esas conclusiones. A lo largo del libro me refiero varias veces a esta cuestión, pero donde más a fondo la comento es en el capítulo 20, que contiene diez formas de convertirse en un sabueso de las estadísticas y ser capaz de detectar los errores comunes que cometen los investigadores y los medios de comunicación.



Si eres estudiante, en el capítulo 21 encontrarás varios consejos que te ayudarán a preparar bien el examen y a sacar mejor nota. La mayoría de ellos se basan en adquirir una perspectiva más amplia y comprender la manera correcta de abordar los problemas estadísticos.



Resulta muy fácil adoptar una actitud escéptica o cínica frente a la estadística, sobre todo cuando sabes lo que ocurre entre bastidores. No dejes que eso te ocurra a ti. Por ahí fuera circula mucha información correcta que puede repercutir en tu vida de forma muy positiva. Canaliza tu escepticismo marcándote dos metas personales:

- ✓ Convertirte en un consumidor bien informado de las estadísticas que ves a diario.
- ✓ Aumentar la seguridad de tu puesto de trabajo siendo la persona a quien recurrir para temas relacionados con la estadística, la que sabe cuándo y cómo ayudar a los demás y cuándo debe consultarse a un estadístico.

Leyendo y utilizando la información de este libro tendrás la certeza de tomar decisiones correctas sobre resultados estadísticos, realizarás tus propios estudios estadísticos de manera creíble y estarás preparado para llevar a cabo tu próximo proyecto de trabajo, valorar esos molestos anuncios de los políticos, ¡y sacar un 10 en tu próximo examen!

Capítulo 2

La estadística de la vida cotidiana

En este capítulo

- ▶ Plantearse preguntas sobre las estadísticas que aparecen en la vida cotidiana
- ▶ Entender las estadísticas propias del lugar de trabajo

La sociedad actual está inundada de cifras. Allá donde mires te encuentras con números y más números, desde carteles con las estadísticas de puntualidad de una determinada línea aérea hasta programas de deportes donde se comentan la probabilidad de victoria de los distintos equipos en la siguiente jornada. Los programas informativos están repletos de noticias sobre la tasa de delincuencia, la esperanza de vida de los adictos a la comida basura y el índice de popularidad del presidente del gobierno. En un día normal puedes encontrarte con cinco, diez o hasta veinte datos estadísticos distintos (y muchos más si es día de elecciones). Basta con leer de cabo a rabo el periódico de un domingo para tropezar con cientos de estadísticas en reportajes, anuncios y artículos que hablan de todo tipo de cosas, desde la sopa (¿cuántos litros consume al año una persona normal?) hasta los frutos secos (se sabe que las almendras son buenas para la salud, pero ¿ocurre lo mismo con otros frutos secos?).

En este capítulo hablo de las estadísticas que sueles encontrar en tu vida cotidiana y te cuento cómo se presentan al público en general. Cuando hayas terminado de leer el capítulo serás consciente de cuántas veces los medios de comunicación te lanzan estadísticas a la cara y cómo es de importante ser capaz de desentrañar el significado de esas cifras. Te guste o no, las estadísticas son una parte importante de tu vida. De manera que, si no puedes vencerlas, únete a ellas. Y si no quieres unirte a ellas, al menos intenta entenderlas.

Estadísticas en los medios de comunicación: ¿más preguntas que respuestas?

Abre un periódico y busca ejemplos de artículos y noticias donde te presenten cifras de cualquier tipo. Al poco rato te saldrán los números por las orejas. A los lectores les llueven resultados de estudios, anuncios de grandes avances científicos, informes estadísticos, previsiones, proyecciones, diagramas, gráficos y resúmenes. Es increíble la cantidad de estadísticas que aparecen en los medios. Puede que no seas consciente siquiera de cuántas veces te tropiezas con cifras a lo largo del día.

En este apartado veremos, a modo de ejemplo, unas pocas noticias sacadas de un periódico que leí el domingo pasado. Cuando veas la cantidad de veces que las noticias hablan de estadísticas sin proporcionarte toda la información que necesitas, a lo mejor empiezas a ponerte nervioso y a preguntarte qué es cierto y qué no lo es. ¡Tranquilo! Para eso tienes este libro, para ayudarte a distinguir entre la información buena y la mala (los capítulos de la parte II son un magnífico punto de partida).

Problemas con las palomitas

El primero de los artículos que contenía cifras se titulaba “Una fábrica de palomitas de maíz se enfrenta a una investigación de sanidad”, con el subtítulo “Los trabajadores enfermos dicen que los aromatizantes utilizados les dañaron los pulmones”. El artículo contaba que los centros de epidemiología habían expresado su preocupación por una posible relación entre la exposición a las sustancias químicas presentes en los aromatizantes de las palomitas de microondas y algunos casos de bronquiolitis obliterante. Ocho trabajadores de una misma fábrica habían contraído esta enfermedad y cuatro de ellos estaban a la espera de un trasplante pulmonar.

Según el artículo, había constancia de casos similares en otras fábricas de palomitas. Bueno, a lo mejor te estás preguntando qué pasa con las personas que comen palomitas de microondas. Según el artículo, los centros de epidemiología “no encontraron motivos para pensar que las personas que comen palomitas de microondas tengan algo que temer” (permaneced atentos). El siguiente paso consiste en evaluar más a fondo a los trabajadores por medio de encuestas para determinar su estado de salud y posibles exposiciones a los mencionados productos químicos, pruebas de capacidad pulmonar y espirometrías. La pregunta es la siguiente: ¿cuántos casos de esta enfermedad pulmonar constituyen una pauta verdadera y no mera casualidad o una anomalía estadística? (Encontrarás más información al respecto en el capítulo 14.)

La amenaza vírica

El segundo artículo hablaba sobre un reciente ciberataque: un virus gusano se abrió paso por Internet y logró ralentizar la navegación y la entrega de correos electrónicos en todo el mundo. ¿Cuántos ordenadores se vieron afectados? Los expertos citados en el artículo decían que había 39.000 ordenadores infectados, y que éstos a su vez afectaron a otros cientos de miles de sistemas.

Preguntas: ¿cómo llegaron los expertos a esa cifra? ¿De verdad examinaron todos los ordenadores para ver si estaban afectados? El hecho de que el artículo se escribiera menos de veinticuatro horas después del ataque apunta a que esa cifra es

una conjetura. Entonces, ¿por qué decir 39.000 y no 40.000 (para que se notara menos que era una suposición)? Para saber más sobre estimaciones aproximadas (y cómo evaluar las cifras de otra persona), consulta el capítulo 13.

Entender los accidentes

Más adelante en el periódico alertaban sobre el elevado número de motociclistas fallecidos en accidentes de tráfico. Los expertos aseguraban que la *tasa de mortalidad* de los motociclistas estadounidenses (el número de motociclistas fallecidos en accidente de tráfico por cada 100.000 vehículos matriculados) lleva tiempo aumentando, según un informe de la Administración Nacional Estadounidense para la Seguridad del Tráfico en Autopistas (NHTSA). En el artículo se mencionaban muchas causas posibles de este incremento de la mortalidad entre motociclistas, entre ellas la edad, sexo, cilindrada del motor, consumo de alcohol, conducir sin permiso y no usar el casco reglamentario. El reportaje era muy exhaustivo e incluía varias tablas y gráficos con los siguientes títulos:

- ✓ Motociclistas fallecidos y heridos, y tasas de mortalidad y de lesión por año, por número de vehículos matriculados y por millones de kilómetros recorridos.
- ✓ Número de motociclistas fallecidos en cada estado, uso de casco y contenido de alcohol en sangre.
- ✓ Tasa de mortalidad de pasajeros por tipo de vehículo (motocicletas, vehículos de transporte de pasajeros, camionetas), por cada 10.000 vehículos matriculados y por cada 100 millones de kilómetros recorridos.
- ✓ Número de motociclistas fallecidos según grupos de edad.
- ✓ Número de motociclistas fallecidos según cilindrada del motor.
- ✓ Historial de sanciones previas de los conductores implicados en accidentes mortales según tipo de vehículo (se incluían sanciones por conducir bajo los efectos del alcohol o las drogas, sanciones por exceso de velocidad y suspensiones o revocaciones del permiso de conducción).
- ✓ Porcentaje de motociclistas ebrios fallecidos en accidente de tráfico según hora del día, para accidentes de un solo vehículo, accidentes de varios vehículos y total de accidentes.

Este artículo era muy informativo y proporcionaba montones de datos sobre los fallecimientos y lesiones resultantes de accidentes de tráfico en Estados Unidos. Sin embargo, semejante avalancha de tablas, gráficos, tasas, cifras y conclusiones puede

llegar a ser abrumadora e impedir que el lector se haga una idea clara de la situación. Con un poco de práctica, y con la ayuda de la parte II, te será más fácil entender los gráficos, tablas y diagramas y todos los estadísticos que los acompañan. Por ejemplo, es fácil confundirse entre tasas y cifras absolutas (no es lo mismo la tasa de mortalidad que el número de fallecimientos). Como comento en el capítulo 3, las cifras absolutas pueden resultar equívocas si se utilizan cuando sería más apropiado utilizar tasas.

A vueltas con las negligencias médicas

Más adelante en el mismo periódico había un artículo donde se comentaba un estudio reciente sobre los seguros de responsabilidad por negligencia médica en Estados Unidos. Las negligencias médicas afectan a la gente porque encarecen los honorarios de los médicos y además impiden a los enfermos obtener la asistencia médica que necesitan. En el artículo se decía que uno de cada cinco médicos del estado de Georgia había dejado de realizar procedimientos arriesgados (por ejemplo, asistir en partos) debido al fuerte incremento de precio de los seguros de responsabilidad por negligencia médica. Esta circunstancia se calificaba de epidemia nacional y crisis del sistema sanitario para todo el país. El artículo incluía algunos detalles del estudio y aseguraba que, de los 2.200 médicos encuestados en Georgia, 2.800 (según ellos, el 18% aproximadamente) iban a dejar de realizar procedimientos de alto riesgo.

¡Un momento! Esto está mal. ¿Son 2.200 médicos, hay 2.800 que no realizan esos procedimientos y se supone que representan el 18%? ¡Eso es imposible! Si el numerador de una fracción es más alto que el denominador, el resultado no puede ser inferior al 100%, ¿no? Éste es uno de los muchos errores que cometen los medios de comunicación cuando mencionan estadísticas. Entonces, ¿cuál es el porcentaje real? Es imposible saberlo a partir de la información del artículo. En el capítulo 5 explico a fondo los pormenores del cálculo estadístico, para que sepas lo que debes buscar y si hay algún error.

El problema de perder terreno

En el mismo periódico había un artículo sobre el alcance del desarrollo urbano y la especulación en Estados Unidos. Desde luego, siempre es interesante saber si van a construir más viviendas en tu zona. El artículo contenía estadísticas sobre el número de hectáreas de terreno agrícola que se urbanizan cada año. Para ilustrar mejor cuánto terreno se está perdiendo, la extensión se expresaba también como campos de fútbol. En este ejemplo concreto, los expertos decían que el estado de Ohio está perdiendo 61.000 hectáreas de suelo agrícola cada año, que son 610 kilómetros cuadrados o 115.385 campos de fútbol. ¿De dónde salen estos números y hasta qué

punto son precisos? ¿De verdad sirve de algo pensar en el número de campos de fútbol a los que equivale la pérdida de terreno? En el capítulo 16 me refiero con más detalle a la precisión de los datos recopilados.

Los colegios en el punto de mira

La siguiente noticia hablaba de las competencias de los escolares estadounidenses, concretamente si asistir a clases extra les ayuda a mejorar las notas. El artículo decía que el 81,3% de los alumnos de un distrito en particular que asistieron a clases extra habían aprobado el examen de competencia escrita, mientras que sólo el 71,7% de los que no hicieron esas clases consiguieron aprobar. De acuerdo, pero ¿esa diferencia justifica los 386.000 dólares que cuestan las clases? ¿Y qué se hace en esas clases para conseguir una mejora? ¿Y si los alumnos dedican todo ese tiempo simplemente a preparar los exámenes en lugar de aprender más cosas sobre la escritura en general? Y la gran pregunta: ¿los alumnos que asistieron a esas clases extra lo hicieron por voluntad propia y, por tanto, estaban más motivados que un alumno normal para intentar mejorar sus notas de examen? En el artículo no lo decían.

Encuestas a tutiplén

Las encuestas y los sondeos son dos de los mecanismos más visibles utilizados por los medios de comunicación para captar tu atención. Parece que todo el mundo quiere hacer una encuesta, incluidos los directores de marketing, las compañías de seguros, las cadenas de televisión y hasta los alumnos de instituto. Aquí tienes unos cuantos resultados de encuestas que aparecen en las noticias de hoy:

En vista del progresivo envejecimiento de la población activa estadounidense, las empresas buscan nuevos directivos (¿cómo saben que la población activa estadounidense está envejeciendo? Y en tal caso, ¿cuánto está envejeciendo?). Según revela una reciente encuesta, casi el 67% de los directores de recursos humanos preguntados manifestaron que desde hace cinco años conceden cada vez más importancia a planificar la sucesión en los puestos de responsabilidad. La encuesta dice también que el 88% de los 210 encuestados generalmente promocionan a candidatos internos para ocupar cargos directivos. Pero ¿cuántos directores de recursos humanos no respondieron? ¿Y 210 encuestados son realmente suficientes para fundamentar una noticia que se publicó en la portada de la sección de economía? Lo creas o no, si te pones a buscar en

cualquier periódico encontrarás numerosos ejemplos de noticias basadas en mucho menos de 210 participantes (para ser justos, no obstante, 210 puede ser un número razonable de sujetos en algunas situaciones. En el capítulo 16 me refiero con todo detalle a las cuestiones de qué tamaño de muestra y qué porcentaje de encuestados pueden considerarse suficientes).

Algunas encuestas se basan en intereses y tendencias actuales. Por ejemplo, según una encuesta reciente de la empresa Harris-Interactive, casi la mitad (el 47%) de los adolescentes estadounidenses aseguraron que sus vidas tocarían a su fin o serían mucho peores si les quitaran sus teléfonos móviles, y el 57% llegaron incluso a decir que los móviles son imprescindibles para su vida social. El estudio halló también que el 42% de los adolescentes dijeron ser capaces de mandar un mensaje de texto con los ojos vendados (¿cómo se comprueba tal cosa?). De todos modos, ten presente que el estudio no mencionaba qué porcentaje de adolescentes tienen móvil ni qué características demográficas presentan esos adolescentes en comparación con los que no tienen móvil. Y recuerda que los datos recopilados sobre cuestiones de este tipo no siempre son exactos, ya que los encuestados tienden a dar respuestas sesgadas (¿quién no querría decir que es capaz de mandar un mensaje de texto con los ojos vendados?). En el capítulo 16 encontrarás más información sobre cómo interpretar y valorar los resultados de encuestas.

Estudios de este tipo proliferan como setas, y la única forma de averiguar cuáles son fiables pasa por aprender a formular las preguntas adecuadas y ser capaz de criticar la calidad del estudio. ¡Todo eso forma parte de la estadística! Las buenas noticias son que bastan unas pocas preguntas aclaratorias para poder criticar un estudio estadístico y sus resultados. En el capítulo 17 te explico cómo se hace.

Los números del deporte

Las páginas deportivas probablemente sean la sección del periódico donde aparecen más números. Desde los resultados de los partidos hasta los porcentajes de victorias y derrotas y la posición relativa de cada equipo, las estadísticas especializadas que se utilizan en el mundo del deporte son tan variadas que abruman. Por ejemplo, las estadísticas de la liga de baloncesto se desglosan por equipos, cuartos y jugadores.

Acerca de cada jugador te dicen los minutos jugados, los lanzamientos a canasta, los tiros libres, las asistencias, las faltas personales, las pérdidas de posesión, los tapones, los robos de balón y el total de puntos anotados.

¿Quién necesita toda esa información, aparte de las madres de los jugadores? Pues, al parecer, muchísima gente. Las estadísticas son un divertimento constante para los seguidores, una pesadilla para los jugadores y el tema de acaloradas discusiones entre aficionados que se las dan de entendidos.

Los simuladores de propiedad, por su parte, también generan un enorme volumen de negocio. Se trata de juegos en que los participantes actúan como propietarios y crean sus propios equipos a partir de jugadores reales de una liga profesional. Estos propietarios virtuales compiten entre sí y los resultados se deciden en función del rendimiento estadístico de los jugadores y equipos, medido a su vez con unas reglas que determina un comisario y un sistema de puntos establecido. Según la Fantasy Sports Trade Association, en Estados Unidos hay más de 30 millones de personas de doce años o más que utilizan estos juegos, y el volumen de negocio generado alcanza los 3.000-4.000 millones de dólares al año (y aquí también habría que saber cómo se han calculado esas cifras; ya ves que nunca termina uno de hacerse preguntas).

Información económica

En la sección de economía y negocios del periódico se encuentran estadísticas sobre el mercado de valores. Si te dicen que en una semana la Bolsa cayó 455 puntos, ¿dirías que es una bajada fuerte o suave? Para saberlo con certeza hay que calcular un porcentaje.

En las páginas de economía del periódico que suelo leer encontré información sobre los rendimientos más elevados de toda clase de certificados de depósito en Estados Unidos (por cierto, ¿cómo saben que esos rendimientos son los más elevados?). También encontré datos sobre préstamos a treinta años con tipo de interés fijo, préstamos a quince años con tipo de interés fijo, préstamos a un año con tipo de interés variable, préstamos para adquirir coches nuevos, préstamos para adquirir coches usados, préstamos con aval personal y préstamos de tu abuela (bueno, a lo mejor estoy exagerando, pero si mi abuela leyera estas estadísticas, seguro que me subía el interés).

Por último, vi muchos anuncios de tarjetas de crédito donde aparecían los tipos de interés, las tasas anuales y la duración del período de facturación. ¿Cómo puede uno comparar toda la información sobre inversiones, préstamos y tarjetas de crédito para tomar una buena decisión? ¿Qué estadísticas son las más importantes? La verdadera pregunta es la siguiente: ¿las cifras que aparecen en el periódico dicen toda la verdad o hace falta investigar más? En los capítulos 16 y 17 te ayudo a entender mejor todas esas cifras y a tomar decisiones sobre ellas.

El viaje de las cifras

No hay manera de escapar del aluvión de cifras, ni siquiera leyendo la sección de viajes. Por ejemplo, en esas páginas vi que la pregunta más frecuente que se formula al centro de información de la Administración de Estados Unidos para la Seguridad en el Transporte (que recibe alrededor de 2.000 llamadas telefónicas, 2.500 correos electrónicos y 200 cartas semanales de promedio —seguro que no querrías ser tú quien los contara, ¿verdad?) es: “¿Puedo llevar esto en el avión?”. “Esto” puede referirse a cualquier cosa, desde un animal hasta un vestido de novia o un cubo gigante de palomitas (yo desaconsejaría llevar un cubo gigante de palomitas. Tendrías que ponerlo en posición horizontal en el compartimiento portaequipajes y, como las cosas se mueven durante el vuelo, es probable que se abriera la tapa, y entonces cuando fueras a coger el cubo al final del vuelo te caería una lluvia de palomitas a ti y a tus compañeros de asiento. Sí, yo fui testigo de eso en una ocasión).

El número de respuestas dadas en este caso plantea una interesante pregunta: ¿cuántos operadores se necesitan a distintas horas del día para atender todas las llamadas, correos electrónicos y cartas que se reciben? El primer paso sería estimar el número de llamadas que se espera recibir, sabiendo que una estimación errónea puede costarte dinero (si acaban siendo menos llamadas de las que pensabas) o mucha publicidad negativa (si son más de lo que creías). En el capítulo 13 hablo sobre este tipo de desafíos estadísticos.

Las estadísticas del sexo

Con todos los medios que tenemos a nuestro alcance hoy en día, resulta muy sencillo enterarse de las noticias y rumores más recientes, incluido el último estudio sobre vida sexual. En un artículo se decía que las personas casadas tienen 6,9 encuentros sexuales más cada año que las personas que han estado siempre solteras. Es una buena noticia para mí, supongo, pero ¿cómo pudo llegar alguien a esa cifra? En el artículo no ponía nada al respecto (puede que algunas estadísticas deban permanecer ocultas).

Si alguien hiciera una encuesta telefónica y pidiera a la gente que dedicara unos cuantos minutos de su tiempo a hablar sobre su vida sexual, ¿quiénes serían los que probablemente estarían más dispuestos a hablar del tema? ¿Y qué dirían cuando les preguntaran cuántas veces por semana mantienen relaciones sexuales? ¿Serían totalmente sinceros, te mandarían a paseo o exagerarían un poco? Las encuestas sobre temas personales pueden ser una fuente de sesgo y conducir a estadísticas erróneas. Pero entonces, ¿qué recomendarías a la gente que hiciera para saber más

sobre una cuestión tan íntima como es el sexo? A veces investigar es más difícil de lo que parece (en el capítulo 16 hablo de los sesgos que aparecen al recopilar datos para ciertos tipos de encuestas).

Los misterios del parte meteorológico

Los partes meteorológicos son otra fuente de datos estadísticos, con previsiones de la temperatura máxima y mínima para el día siguiente (¿cómo deciden si serán 16 y no 15 grados centígrados?) y datos sobre el factor ultravioleta, la concentración de polen, el índice estándar de contaminación atmosférica y la cantidad y calidad del agua (¿de dónde salen todas esas cifras? ¿Es que toman muestras para todo? En ese caso, ¿cuántas muestras toman y en qué lugares?). Ahora mismo puedes saber qué tiempo hace en cualquier parte del mundo. Puedes ver una previsión meteorológica para los próximos tres días, para una semana, un mes o incluso un año. Los meteorólogos recopilan y registran miles y miles de datos sobre el tiempo todos los días. Esas cifras no sólo te ayudan a decidir si sales de casa con o sin paraguas, sino que permiten a los investigadores realizar predicciones a más largo plazo e incluso prever cambios climáticos a escala global.

Incluso con toda la información y las tecnologías que tienen a su disposición los meteorólogos hoy en día, ¿hasta qué punto son acertadas sus previsiones? A juzgar por el número de veces que llueve cuando se supone que iba a hacer sol, parece que todavía tienen mucho que mejorar. En cualquier caso, lo que sí demuestra esa enorme cantidad de datos es que el número de variables que influyen en el tiempo es abrumador, y no sólo para ti, sino también para los meteorólogos.



Los modelos estadísticos informatizados son muy importantes para realizar predicciones sobre grandes fenómenos meteorológicos como huracanes, terremotos y erupciones volcánicas. Los científicos todavía tienen que afinar un poco más para ser capaces de predecir un tornado antes de que empiece a formarse y decirte exactamente dónde y cuándo un huracán va a tocar tierra, pero no te quepa duda de que ése es su objetivo, y cada vez lo hacen mejor. En el capítulo 18 encontrarás más información sobre creación de modelos.

Reflexiones sobre las películas

En las páginas de espectáculos encontré varios anuncios de las películas que estaban en cartelera. Cada anuncio incluía frases textuales de algunos críticos: “¡Sensacional!”, “La mejor aventura de todos los tiempos”, “Para morir de risa” o “Una de las diez mejores películas del año”. ¿Tú haces caso a los críticos? ¿Cómo

eliges las películas que vas a ver al cine? Los expertos aseguran que, si bien durante los primeros días la popularidad de una película puede verse afectada por las reseñas (buenas o malas) de los críticos, el boca a boca es lo que determina el resultado de taquilla a largo plazo.

Los estudios revelan también que, cuanto más espectacular es una película, más palomitas se venden. Sí, la industria del entretenimiento analiza incluso lo que comes en el cine. ¿De dónde sacan toda esa información y cómo influye en el tipo de películas que se hacen? Esto también forma parte de la estadística: diseñar y realizar estudios que ayuden a identificar un público y descubrir lo que les gusta, y luego utilizar esa información para orientar la creación de un producto. Así pues, la próxima vez que alguien con una carpeta te pregunte si tienes un minuto para responder a unas preguntas, piensa que tus respuestas cuentan.

Los horóscopos, en el punto de mira

Posiblemente leas los horóscopos, pero ¿te crees lo que dicen? ¿Deberías creerlo? ¿Es posible que alguien prediga el futuro con más acierto que el que puede atribuirse a la simple casualidad? Los estadísticos tienen una manera de descubrirlo, utilizando algo que han dado en llamar *contraste de hipótesis* (ver el capítulo 14). ¡Por el momento no han encontrado a nadie capaz de leer la mente, pero la gente todavía no se da por vencida!

Estadísticas en el trabajo

Ahora deja el periódico a un lado y piensa en el ajetreo de un día de trabajo cualquiera. Si eres contable, no cabe duda de que los números forman parte de tu vida cotidiana. Pero ¿qué pasa con las enfermeras, fotógrafos de estudio, gerentes de tiendas, periodistas, oficinistas o albañiles? ¿Las cifras influyen de algún modo en sus trabajos? Puedes apostar a que sí. En este apartado te ofrezco unos pocos ejemplos de cómo las estadísticas se cuelan en todos los lugares de trabajo.



No hace falta ser muy perspicaz para ver que la estadística está muy presente en nuestra vida personal y profesional. La clave está en comprender el significado de todos esos datos, saber cuáles son fiables y tomar decisiones bien fundamentadas a partir de la realidad que se oculta tras los números, para así saber hacer frente y acostumbrarte a las estadísticas de la vida cotidiana.

Recién nacidos e información

Elena trabaja de enfermera en el turno de noche de la unidad de obstetricia y ginecología de un hospital universitario, y todas las noches se ocupa de varias mujeres que acuden a dar a luz. Su enfermera jefe le ha dicho que al comenzar cada turno debe presentarse a las pacientes que le toquen, escribir su nombre en la pizarrita que hay en cada habitación y preguntarles a todas si tienen alguna pregunta. ¿Por qué? Pues porque pocos días después de que la madre vuelva a casa con su hijo recién nacido, el hospital la llamará por teléfono para preguntarle sobre la calidad de la asistencia recibida, si ha echado algo en falta, cómo se podría mejorar el servicio y la calidad de la asistencia, y qué podría hacer el personal para que ese hospital sea mejor que otros de la misma ciudad. Por ejemplo, las encuestas revelan que los pacientes que conocen el nombre de sus enfermeras se sienten más cómodos, hacen más preguntas y su experiencia en el hospital es mejor. Que en el futuro le den a Elena un aumento de sueldo depende de su capacidad para satisfacer las necesidades de las parturientas. En cualquier caso, no cabe duda de que el hospital se habrá preocupado de determinar otros factores que también influyen en la calidad de la asistencia médica, aparte de la interacción con las enfermeras. (En el capítulo 17 encontrarás información exhaustiva sobre los estudios médicos.)

Posar o no posar

Carolina ha empezado a trabajar hace poco como fotógrafa para un estudio situado en unos grandes almacenes. Uno de sus puntos fuertes son los retratos de bebés. A partir de los datos de venta recopilados a lo largo de los años, los responsables del estudio han observado que la gente compra más fotos que son resultado de un posado que fotos espontáneas. En consecuencia, animan a sus fotógrafos a que los hagan.

Una mujer entra con su hijo recién nacido y formula una petición especial: “¿Podría evitar que parezca un posado? Me gustan las fotos naturales”. Si Carolina le responde: “Lo lamento pero no puedo. Mi futuro en este estudio depende de mi capacidad para retratar buenos posados”, puedes estar seguro de que la madre rellenará el cuestionario sobre calidad del servicio nada más terminar la sesión, y no sólo para conseguir dos dólares de descuento en su próxima visita (suponiendo que haya una próxima visita). En lugar de eso, Carolina debería mostrar a su jefe la información contenida en el capítulo 16, donde hablo de la recogida de datos sobre satisfacción de los clientes.

Datos sobre pizzas

Pedro es el encargado de un establecimiento donde venden pizza en porciones. Uno de sus cometidos consiste en determinar cuántos empleados debe haber trabajando en un momento dado, cuántas pizzas hay que preparar de forma anticipada para satisfacer la demanda prevista, y cuánto queso hay que pedir y rallar, todo ello con

el mínimo desperdicio posible de sueldos e ingredientes. Es medianoche de un viernes y el local está vacío. A Pedro le quedan cinco empleados y tiene cinco pizzas grandes que podría meter en el horno para obtener 40 porciones de cada una. ¿Debería mandar a casa a dos de sus empleados? ¿Debería meter más pizza en el horno o esperar a ver qué pasa?

Hace varias semanas que el dueño del establecimiento está llevando un seguimiento de la demanda, y por eso Pedro sabe que todos los viernes entre las diez y las doce de la noche hay poca afluencia de gente, pero alrededor de la medianoche el local empieza a abarrotarse y se mantiene lleno hasta las dos y media, cuando cierran. Por tanto, Pedro mantiene a todos los empleados, manda que metan una pizza en el horno cada treinta minutos a partir de la medianoche y se ve recompensado con una buena caja, muchos clientes satisfechos y un jefe contento. En el capítulo 13 encontrarás más información sobre cómo hacer buenas estimaciones utilizando la estadística.

Estadísticas en la oficina

José es auxiliar administrativo en una empresa informática. ¿Crees que en su trabajo también se cuelean las estadísticas? La respuesta es sí. En todas las oficinas hay un montón de personas que quieren conocer las respuestas a diversas preguntas, y necesitan a alguien que haga las cuentas, que les explique el significado de una información concreta, que averigüe si existen datos fidedignos sobre algo, o que simplemente confirme si una cifra tiene sentido. Hay muchas cosas que deben saberse, desde los datos sobre satisfacción de los clientes hasta los cambios de inventario ocurridos durante el año, pasando por el porcentaje de tiempo que pasan los empleados escribiendo y leyendo correos electrónicos y el coste de aprovisionamiento de los últimos tres años. En todos los lugares de trabajo se manejan estadísticas, y el valor de José como empleado subiría muchos puntos si fuera la persona a quien todos recurren cuando tienen dudas. Todas las oficinas necesitan un estadístico en nómina, ¿por qué no serlo tú?

Capítulo 3

Tomar el control: tantos números y tan poco tiempo

En este capítulo

- ▶ Ver el mal uso de las estadísticas
 - ▶ Comprender las repercusiones de unas estadísticas incorrectas
-

Con todas las estadísticas que vemos a diario, es normal que a veces nos sintamos abrumados y confundidos. En este capítulo te ofrezco una herramienta para hacer frente a este problema: ¡el escepticismo! No un escepticismo radical del estilo de “Ya no me creo nada”, sino un escepticismo sano, como cuando te preguntas de dónde han sacado un dato o quieres tener más información antes de aceptar unos resultados. Para desarrollar un escepticismo sano tienes que comprender el funcionamiento de la cadena de información estadística.

Las estadísticas que ves en la televisión y en el periódico son el resultado de un proceso. En primer lugar, los investigadores que estudian un tema generan resultados; este grupo se compone de encuestadores, médicos, investigadores de marketing, investigadores del gobierno y otros científicos. Se los considera las *fuentes originales* de la información estadística.

Una vez que han obtenido unos resultados, esos investigadores, como es natural, quieren enseñárselos a la gente, de manera que emiten un comunicado de prensa o publican un artículo en una revista. Ahí es donde entran en juego los periodistas, considerados las *fuentes periodísticas* de la información. Los periodistas buscan comunicados de prensa interesantes y leen revistas especializadas para encontrar su próximo titular. Cuando los periodistas terminan de escribir sus noticias y reportajes, las estadísticas se comunican de inmediato al público en general a través de todo tipo de medios. Llegados a ese punto, la información ya está lista para ser absorbida por el tercer grupo: los *consumidores* de la información (o sea, tú). Tú y otros consumidores de información os enfrentáis a la tarea de escuchar y leer dicha información, analizarla y decidir sobre ella.

En cualquier etapa de este proceso de investigación, comunicación de resultados y consumo de información pueden cometerse errores, ya sea sin querer o queriendo. Las herramientas y estrategias que encontrarás en este capítulo te ayudarán a ser un buen detective.

Detectar errores, exageraciones y mentiras

Las estadísticas pueden estar equivocadas por muchas razones. En primer lugar, puede que alguien cometa un error sin querer. Eso le puede pasar a cualquiera, ¿no? Otras veces, sin embargo, el error no es tan inocente. En caliente, porque alguien cree ciegamente en algo y porque las cifras no terminan de sustentar la opinión que el investigador quiere defender, las estadísticas se alteran o, lo que es más común, se exageran, ya sea en cuanto a sus valores o en la forma en que se representan y se comentan.

Otro tipo de error es el *error de omisión*, que es el que se comete cuando se calla información que supondría una gran diferencia a la hora de interpretar la verdad que se oculta tras las cifras. Esa omisión dificulta la tarea de juzgar la corrección de un estudio, ya que no dispones de la información necesaria.

Incluso pueden darse casos en que las cifras sean totalmente inventadas y nadie más pueda repetir las porque nunca fueron reales. En este apartado encontrarás consejos para detectar errores, exageraciones y mentiras, así como varios ejemplos de cada uno de los tipos de error con los que tú, como consumidor de información, puedes tropezar.

Comprobar las operaciones

Lo primero que deberías hacer al conocer una estadística o con el resultado de un estudio estadístico es preguntarte si esa cifra es correcta. ¡No des por sentado que lo es! Te sorprendería saber cuántos errores aritméticos se cometen al recopilar, resumir, comunicar o interpretar estadísticas.



Para detectar errores aritméticos u omisiones en estadísticas:

- ✓ **Comprueba que los totales cuadran.** Dicho de otro modo, asegúrate de que los porcentajes del gráfico de sectores suman 100 (o casi 100, debido al redondeo), y que la suma de personas de las distintas categorías coincide con el número total de personas encuestadas.
- ✓ **Revisa incluso los cálculos más elementales.**
- ✓ **Busca siempre un total para poder ver los resultados con perspectiva.** No hagas caso de los resultados basados en muestras muy pequeñas.

- ✓ **Comprueba si las proyecciones son razonables.** Por ejemplo, si se afirma que cada minuto mueren tres personas debido a una determinada enfermedad, eso son 1,5 millones de fallecimientos al año. Según cuál sea la enfermedad, puede que esa cifra no sea razonable.

Descubrir estadísticas engañosas

El engaño estadístico más común, con diferencia, consiste en exagerar la verdad de manera sutil pero efectiva. Incluso si los números cuadran, las propias estadísticas pueden ser engañosas cuando exageran los hechos. Las estadísticas engañosas son más difíciles de detectar que los simples errores de cálculo, pero pueden tener una fuerte repercusión sobre la sociedad. Además, por desgracia, son muy frecuentes.

Analizar los debates estadísticos

Los datos sobre delincuencia son un buen ejemplo de cómo la estadística se utiliza para mostrar las dos caras de una realidad, aunque a la postre sólo una de ellas sea correcta. La delincuencia es un tema recurrente en los debates políticos. Uno de los candidatos (generalmente el gobernante) asegura que la delincuencia ha descendido durante su mandato, mientras que el opositor dice que ha aumentado (así tiene algo que reprochar al equipo de gobierno). ¿Cómo es posible que dos candidatos lleguen a conclusiones tan diferentes a partir del mismo conjunto de datos? Pues ocurre que, según la manera en que se mida la delincuencia, es factible obtener ambos resultados.

En la tabla 3-1 se registran la población de Estados Unidos entre 1998 y 2008, el número de delitos denunciados y la *tasa* de delincuencia (delitos cometidos por cada 100.000 personas), que se calculan dividiendo el número de delitos por el tamaño de la población y multiplicando por 100.000.

Tabla 3-1. Número de delitos, tamaño estimado de la población y tasa de delincuencia en Estados Unidos

<i>Año</i>	<i>N.º de delitos</i>	<i>Tamaño de la población</i>	<i>Tasa de delincuencia por 100.000 personas</i>
1998	12.475.634	270.296.000	4.615,5
1999	11.634.378	272.690.813	4.266,5
2000	11.608.072	281.421.906	4.124,8
2001	11.876.669	285.317.559	4.162,6
2002	11.878.954	287.973.924	4.125,0
2003	11.826.538	290.690.788	4.068,4
2004	11.679.474	293.656.842	3.977,3
2005	11.565.499	296.507.061	3.900,6
2006	11.401.511	299.398.484	3.808,1
2007	11.251.828	301.621.157	3.730,5
2008	11.149.927	304.059.784	3.667,0

Fuente: Encuesta nacional sobre víctimas de la delincuencia en Estados Unidos.

Ahora compara el número de delitos y las tasas de delincuencia para 2001 y 2002. En la columna 2 puedes ver que en 2002 se cometieron 285 delitos más que en 2001 (11.878.954-11.876.669). Esto representa un incremento del 0,019% (se calcula dividiendo la diferencia, 2.285, por el número de delitos cometidos en 2001, 11.876.669). Observa que entre 2001 y 2002 también aumentó el tamaño de la población (columna 3), concretamente en 2.656.365 personas (287.973.924-285.317.559), que es el 0,931% (dividiendo esta diferencia por el tamaño de la población en 2001). Sin embargo, en la columna 4 vemos que la *tasa* de delincuencia disminuyó, pasando de 4.162,6 (por cada 100.000 personas) en 2001 a 4.125 (por cada 100.000 personas) en 2002. ¿Cómo es posible que disminuyera la tasa de delincuencia? Aunque el número de delitos y el número de personas aumentaron, el número de delitos lo hizo en menor medida que el tamaño de la población (el 0,019% frente al 0,931%).

Entonces, ¿cómo habría que comunicar esta tendencia? ¿La delincuencia aumentó o disminuyó de 2001 a 2002? Si tenemos en cuenta la tasa de delincuencia (que es una medida más exacta), podemos concluir que la delincuencia disminuyó durante ese año. Pero entonces es cuando entra en escena el opositor, quien, para demostrar que el gobernante no cumplió con su cometido, se verá tentado a contemplar el número de delitos y afirmar que la delincuencia aumentó, creando así una controversia artificial y confusión (por no hablar de escepticismo) entre los votantes. Para que luego digan que las campañas electorales no son divertidas.



A fin de establecer unas condiciones objetivas cuando se quiere medir la frecuencia con que ocurre un determinado suceso, todos los números deben convertirse a porcentajes dividiendo por el total para obtener lo que los estadísticos llaman una *tasa*. Las tasas generalmente son preferibles a las cifras absolutas porque permiten realizar comparaciones ecuánimes cuando los totales son diferentes.

Estadísticas sobre tornados

¿En qué estado de Estados Unidos se forman más tornados? Depende de cómo lo enfoques. Si te limitas a contar el número de tornados ocurridos en un determinado año (el dato que suelen utilizar los medios de comunicación), el primero de la lista es el estado de Texas. Sin embargo, la cosa no es tan sencilla. Texas es el segundo estado más grande de Estados Unidos (después de Alaska) y además se encuentra en una zona del país llamada “Corredor de los tornados”. O sea, que le llegan muchos tornados y encima ocupa una extensión enorme donde esos tornados pueden tocar tierra y moverse. Una comparación más ecuánime, y la forma en que lo enfocan los meteorólogos, consiste en considerar el número de tornados por cada 10.000 millas cuadradas (que son 25.900 kilómetros cuadrados). Si utilizamos este estadístico (según cuál sea la fuente), Florida pasa a ocupar el primer puesto, seguido de Oklahoma, Indiana, Iowa, Kansas, Delaware, Luisiana, Misisippi y Nebraska, y luego Texas en décima posición (estoy seguro de que no les importa ocupar un puesto bajo en este ranking; otra cosa muy distinta es la clasificación de sus equipos en la liga universitaria de fútbol americano).

Otras medidas estadísticas de tornados que se dan a conocer en Estados Unidos incluyen el estado con el porcentaje más alto de tornados devastadores (Tennessee), y la distancia total recorrida por tornados por cada 10.000 millas cuadradas (Misisippi). Observa que estas estadísticas se indican como *tasa* (tanto por unidad).



Antes de creerte unas estadísticas sobre “el XXX más elevado” o “el XXX más bajo”, comprueba si han utilizado un método ecuánime para medir la variable y si hay otras estadísticas que también deberían tenerse en cuenta para saber toda la verdad, y asegúrate de que las unidades son adecuadas para establecer comparaciones equitativas.

Ojo con la escala

Los diagramas y los gráficos son útiles para comunicar los datos de forma rápida y clara. Por desgracia, muchas veces los diagramas y gráficos que acompañan a las estadísticas no se elaboran con la debida corrección o ecuanimidad. Uno de los elementos más importantes que debes tener en cuenta es la manera de escalar el diagrama o gráfico. La *escala* de un gráfico es la cantidad utilizada para representar cada una de las marcas en el eje del gráfico. Las marcas pueden indicar unidades, decenas, veintenas, centenas, etc. La escala influye mucho en el aspecto del gráfico o diagrama.

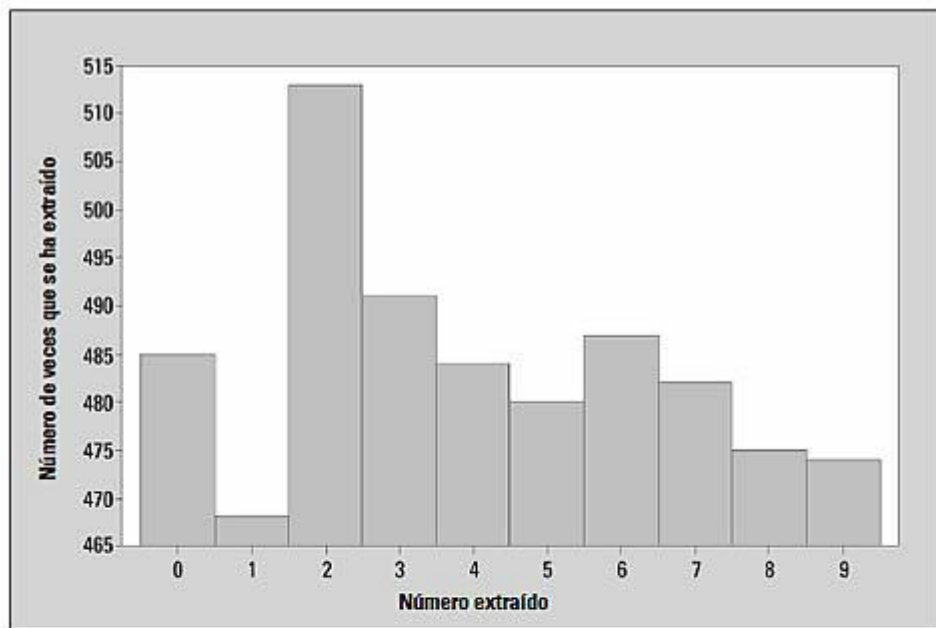
Por ejemplo, el organismo de loterías y apuestas del estado de Kansas habitualmente muestra los resultados recientes del sorteo Pick 3. Una de las estadísticas mostradas es el número de veces que cada número (del 0 al 9) sale escogido entre los tres números ganadores. La tabla 3-2 muestra el número de veces y el porcentaje de veces que se extrajo cada número en un total de 1.613 sorteos Pick 3 (se extrajeron 4.839 números individuales). Igual que antes, según cómo se contemplen los resultados podemos hacer que las estadísticas cuenten una historia muy diferente.

Tabla 3-2. Números extraídos en el sorteo Pick 3

Número extraído	N.º de extracciones en 4.839 veces	Porcentaje de extracciones (n.º de extracciones / 4.839)
0	485	10 %
1	468	9,7 %
2	513	10,6 %
3	491	10,1 %
4	484	10 %
5	480	9,9 %
6	487	10,1 %
7	482	10 %
8	475	9,8 %
9	474	9,8 %

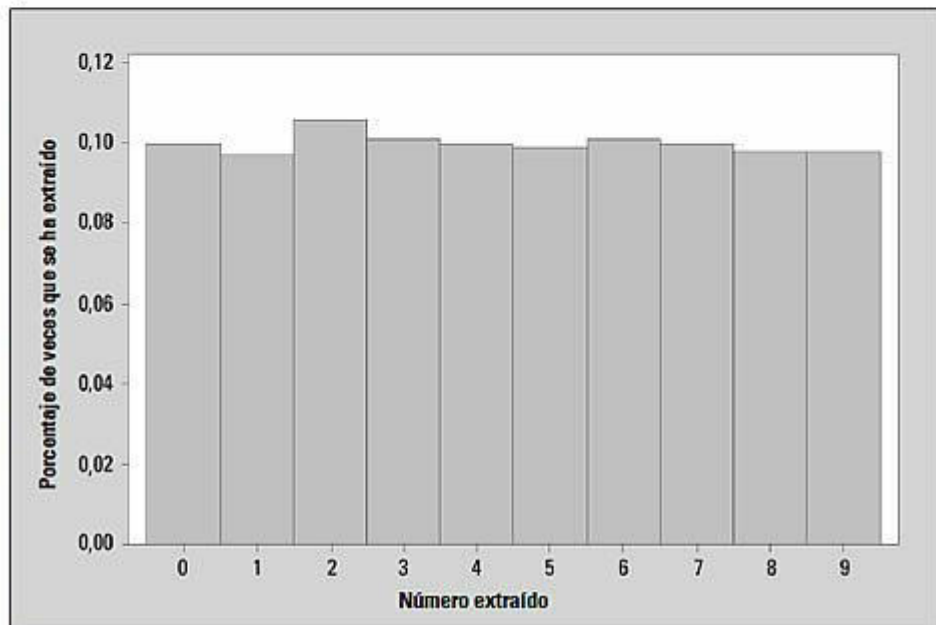
En la figura 3-1a puedes ver la manera en que los organismos de loterías y apuestas suelen representar gráficamente resultados como los que aparecen en la tabla 3-2. Viendo el gráfico da la sensación de que el número 1 se extrae mucho menos a menudo (sólo 468 veces) que el número 2 (513 veces). La diferencia de altura entre estas dos barras parece muy grande, con lo que se exagera la diferencia en el número de veces que se han extraído estos dos números. Sin embargo, para ponerlo en perspectiva, la diferencia real es $513 - 468 = 45$ de un total de 4.839 números

extraídos. En porcentajes, la diferencia entre el número de veces que se extrae el número 1 y el número 2 es $45/4.839=0,009$, es decir, solamente nueve décimas partes del 1%.



a

Figura 3-1: Gráficos de barras que muestran a) el número de veces que se ha extraído cada número, y b) el porcentaje de veces que se ha extraído cada número



b

¿A qué se debe que este gráfico exagere las diferencias? Existen dos razones. En primer lugar, el eje vertical, que representa el número de veces (o frecuencia) que se extrae cada número, aumenta de cinco en cinco. Para un total de 4.839 números extraídos, una diferencia de cinco parece significativa. Estirar la escala para que las diferencias parezcan mayores de lo que son en realidad es un truco utilizado a menudo para exagerar resultados. En segundo lugar, el gráfico empieza a contar en 465, no en 0. Sólo se muestra la parte superior de cada barra, lo que también contribuye a exagerar los resultados. En comparación, la figura 3-1b representa el

porcentaje de veces que se ha extraído cada número. Normalmente la forma de un gráfico no cambiaría al pasar de cifras absolutas a porcentajes; sin embargo, este gráfico utiliza una escala más realista que la de la figura 3-1a (con incrementos del 2%) y además comienza en el 0, y ambos factores combinados hacen que las diferencias se vean tal y como son en realidad (muy pequeñas). Aburrido, ¿verdad?

Supongo que los de las loterías pensaron lo mismo. De hecho, a lo mejor utilizan la figura 3-1a en lugar de la figura 3-1b porque quieren que creas que los números se rigen por algún tipo de “magia” que nadie puede controlar. Al fin y al cabo, con eso se ganan la vida.



Tener en cuenta la escala de un diagrama o un gráfico puede ayudarte mucho a ver los resultados con la perspectiva adecuada. Estirar la escala o comenzar el eje y en el número más alto posible hace que las diferencias parezcan mayores, mientras que encoger la escala o comenzar el eje y en un valor mucho más bajo hace que las diferencias parezcan menores de lo que son en realidad.

Atención a las fuentes

Cuando examines los resultados de un estudio, comprueba de dónde procede la información. Los mejores resultados suelen publicarse en revistas acreditadas y bien conocidas por los expertos en ese campo. En el ámbito de la medicina, por ejemplo, el *Journal of the American Medical Association (JAMA)*, el *New England Journal of Medicine*, *The Lancet*, y el *British Medical Journal* son algunas de las revistas especializadas que los investigadores utilizan para publicar resultados y enterarse de nuevos avances.



Ten siempre presente cuál es la fuente y quién ha financiado la investigación. Muchas empresas financian investigaciones y las utilizan para anunciar sus productos. Aunque esta práctica no es necesariamente censurable, en algunos casos puede existir un conflicto de intereses por parte de los investigadores que conduzca a resultados sesgados. Si los resultados son muy importantes para ti, entérate de si se ha realizado más de un estudio y, en tal caso, pide que te dejen revisarlos todos, no sólo aquellos cuyos resultados se hayan publicado en revistas o hayan aparecido en anuncios.

Fíjate en el tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra no lo es todo, pero sí tiene mucho peso en las encuestas y estudios. Si el estudio se diseña y se lleva a cabo correctamente y los participantes se seleccionan de forma aleatoria (es decir, sin sesgo; en el capítulo 16 hablo con detalle sobre las muestras aleatorias), el tamaño de la muestra es un factor importante para determinar la precisión y fiabilidad de los resultados. (Para más información sobre el diseño y la realización de estudios, lee los capítulos 16 y 17.)

Muchas encuestas cuentan con un gran número de participantes, pero no siempre ocurre así con otros tipos de investigación, por ejemplo los experimentos controlados. Debido a la fuerte inversión de tiempo y dinero que requieren determinados tipos de investigación, algunos estudios se basan en un reducido número de participantes o productos. Los investigadores deben encontrar un equilibrio adecuado a la hora de determinar el tamaño de la muestra.



Los resultados menos fiables son los basados en *anécdotas*, es decir, historias que se refieren a un incidente aislado con la intención de influir en las corrientes de opinión. ¿Alguna vez le has dicho a alguien que no compre un producto porque a ti no te ha dado buen resultado? Recuerda que una anécdota es en realidad una muestra no aleatoria con un tamaño igual a uno.

Reflexiones sobre causa y efecto

Los titulares a menudo simplifican o deforman la información “real”, sobre todo cuando las noticias se refieren a estadísticas y a los estudios que generaron esas estadísticas.

Un estudio realizado hace unos años evaluaba las filmaciones de 1.265 visitas de 59 médicos de familia y 6 cirujanos en los estados de Colorado y Oregón. El estudio halló que los médicos que no habían sido demandados por negligencia dedicaban una media de dieciocho minutos a cada paciente, mientras que los médicos que sí habían sido demandados invertían dieciséis minutos por visita. El estudio apareció en los medios con el titular siguiente: “Tratar bien a los enfermos evita demandas por negligencia médica”. Lo que el estudio parecía indicar es que, si eres médico y pueden demandarte, basta con que dediques más tiempo a tus pacientes para estar fuera de peligro (¿por qué el periodista consideró que tratar bien a los pacientes es lo mismo que dedicarles más tiempo?).

En cualquier caso, ¿de verdad deberíamos creer que a un médico que ha sido demandado le basta con dedicar un par de minutos más a cada paciente para evitar nuevas demandas en el futuro? Quizá lo que el médico haga durante esos dos

minutos cuente mucho más que el tiempo total dedicado a cada paciente. En el capítulo 18 puedes leer sobre los problemas de las relaciones causa-efecto entre variables.

Encontrar lo que querías encontrar

Quizá te hayas preguntado alguna vez cómo es posible que dos políticos se refieran a una misma cuestión y extraigan conclusiones opuestas, ambas basadas en “encuestas científicas”. Incluso pequeñas diferencias en una encuesta pueden dar lugar a grandes diferencias en los resultados. (El tema de las encuestas se trata a fondo en el capítulo 16.)

Una causa frecuente de sesgo en los resultados de una encuesta es la manera de formular las preguntas. Aquí tienes tres preguntas diferentes que pretenden dilucidar una misma cosa: cuál es la opinión de la gente sobre la opción de veto de partidas específicas por parte del presidente de Estados Unidos:

- ✓ ¿Debería el presidente disponer de la opción de veto para eliminar las partidas que no sirvan de nada (sí, no, no sabe/no contesta)?
- ✓ ¿La opción de veto de partidas específicas otorga demasiado poder individual al presidente (sí, no, no sabe/no contesta)?
- ✓ ¿Qué opina usted de la opción de veto de partidas específicas por parte del presidente? Elija una respuesta entre el 1 y el 5, donde el 1 significa “totalmente en contra” y el 5 significa “totalmente a favor”.

Las primeras dos preguntas son engañosas y conducen a resultados sesgados en sentidos opuestos. La tercera versión permitirá obtener resultados más exactos y, por tanto, averiguar qué piensa la gente en realidad. No obstante, no todas las encuestas se redactan con el propósito de encontrar la verdad; muchas se elaboran para apoyar un determinado punto de vista.



Los estudios demuestran que incluso pequeños cambios en la redacción de las preguntas influyen mucho en las respuestas de la gente, con lo que se obtienen resultados contradictorios al comparar distintas encuestas. Si viendo cómo está formulada la pregunta puedes hacerte una idea de lo que pretenden que respondas, la pregunta es capciosa; y las preguntas capciosas conducen a resultados sesgados. (En el capítulo 16 explico mejor cómo detectar problemas en encuestas.)

Buscar las mentiras en los lugares adecuados

De cuando en cuando te enteras de que alguien ha falseado datos o “manipulado cifras”. Probablemente el engaño más frecuente relacionado con estadísticas y datos es cuando la gente descarta datos que no sustentan su hipótesis, no se ajustan al perfil o son muy diferentes al conjunto de información. En aquellos casos en que alguien ha cometido un error claro (por ejemplo, anotar que una persona tiene doscientos años), resulta apropiado eliminar el dato incorrecto o intentar corregir el error. Eliminar datos por cualquier otro motivo es éticamente inaceptable, pero ocurre a veces.

Cuando se comunican los resultados de un experimento, hay una frase recurrente: “De todas las personas que permanecieron hasta el final del estudio...”. ¿Y qué pasa con las que abandonaron, sobre todo si es de medicina? ¿Se cansaron de los efectos secundarios del fármaco experimental y dejaron de tomarlo? En tal caso, la pérdida de esa persona supondrá un sesgo hacia un resultado positivo.



Antes de creerte los resultados de un estudio, entérate de cuántas personas fueron elegidas para participar, cuántas terminaron el estudio y qué ocurrió con todos los participantes, no sólo con los que experimentaron un resultado positivo.

Las encuestas, por su parte, tampoco no son inmunes a problemas causados por la falta de datos. Por ejemplo, los estadísticos saben que las opiniones de las personas que responden a una encuesta pueden ser muy diferentes de las opiniones de quienes no contestan. En general, cuanto menor es el porcentaje de personas que responden a una encuesta (la tasa de respuesta), menos fiables son los resultados. En el capítulo 16 encontrarás más información sobre encuestas y datos incompletos.

El impacto de las estadísticas engañosas

Todos los días, muchas veces sin darte cuenta siquiera, tomas decisiones basadas en estadísticas y estudios estadísticos de los que has oído hablar. Las estadísticas engañosas afectan a tu vida en mayor o menor medida según el tipo de estadísticas con las que tropieces y lo que decidas hacer con la información obtenida. Aquí tienes algunas situaciones cotidianas donde las estadísticas hacen acto de presencia:

- ✓ “Uf, espero que *Sultán* no muerda la alfombra otra vez mientras estoy en el trabajo. He leído en algún sitio que el Prozac ayuda a los animales de compañía a superar el trastorno de ansiedad por separación. ¿Cómo lo habrán descubierto? ¿Y qué dirían mis amigos si se enteraran de que me medicó a mi perro con un antidepresivo?”.
- ✓ “Pensaba que todos teníamos que beber ocho vasos de agua al día, pero ahora me dicen que un exceso de agua puede ser perjudicial; ¿en qué quedamos?”.
- ✓ “Un estudio dice que la gente pasa dos horas diarias en el trabajo leyendo y enviando correos electrónicos personales. ¿Cómo es posible? No me extraña que mi jefe esté paranoico”.

También hay otras situaciones en que las estadísticas pueden tener una repercusión mayor en tu vida, y entonces es aún más importante ver las cosas de forma objetiva. Aquí tienes algunos ejemplos:

- ✓ Una plataforma que está presionando para que construyan un nuevo parque para monopatines te dice que el 80% de las personas encuestadas están de acuerdo en que les suban los impuestos para financiarlo, y que tú también deberías ser partidario. ¿Te sentirías presionado a decir que sí?
- ✓ En las noticias de la radio dicen que los teléfonos móviles causan cáncer cerebral. Tu mujer utiliza el móvil a todas horas. ¿Deberías alarmarte y tirar a la basura todos los móviles de tu casa?
- ✓ Ves un anuncio según el cual un determinado medicamento cura cierta enfermedad que tú padeces. ¿Vas corriendo a que el médico te extienda una receta?



Aunque no todas las estadísticas son engañosas y no todo el mundo quiere darte gato por liebre, debes estar atento. Si discriminas entre la información válida y la que es sospechosa o directamente rechazable puedes mantenerte alejado de las estadísticas equivocadas. Las herramientas y estrategias de este capítulo están pensadas para ayudarte a tomar distancia, analizar los problemas de forma crítica y tomar las decisiones correctas.

Capítulo 4

Herramientas del oficio

En este capítulo

- ▶ Ver la estadística como un proceso, no sólo como números
 - ▶ Familiarizarse con los términos más importantes de la estadística
-

Hoy en día la palabra de moda es *datos*, como cuando uno dice: “¿Puedes aportar datos que respalden tu afirmación?”, “¿Qué datos tenemos sobre esto?”, “Los datos confirmaron la hipótesis original según la cual...”, “Los datos estadísticos demuestran que...” o “Los datos me avalan”. Pero la estadística es algo más que datos.



La estadística es todo el proceso de recopilación de pruebas para dar respuesta a preguntas sobre el mundo, en los casos en que esas pruebas resultan ser datos.

En este capítulo verás que la estadística funciona como un proceso y que los números tienen su propio papel. También te daré a conocer los términos técnicos más utilizados en estadística y te mostraré cómo esas definiciones y conceptos se enmarcan en este proceso. Así pues, la próxima vez que oigas decir que una encuesta tiene un margen de error de más/menos tres puntos porcentuales, tendrás al menos una noción básica de lo que eso significa.

Estadística: algo más que números

Los estadísticos no sólo “hacen estadísticas”. Aunque el resto del mundo los considere unos tipos raros que trabajan con números, ellos se ven a sí mismos como los guardianes del método científico. Naturalmente, los estadísticos colaboran con expertos de otros campos para satisfacer su demanda de información, pero procesar los datos de otro es tan sólo una pequeña parte del trabajo de un estadístico (de hecho, si no hiciéramos otra cosa en todo el día dejaríamos nuestros empleos y nos haríamos asesores de los casinos). En realidad, la estadística interviene en todos los aspectos del *método científico*: formular preguntas idóneas, diseñar estudios,

recopilar datos válidos, analizar esos datos correctamente y extraer conclusiones apropiadas. Pero, aparte de analizar los datos correctamente, ¿qué tienen que ver todos estos aspectos con la estadística? Eso es lo que explico en este capítulo.

Toda investigación comienza con una pregunta, por ejemplo:

- ✓ ¿Es perjudicial beber demasiada agua?
- ✓ ¿Cuál es el coste de la vida en San Francisco?
- ✓ ¿Quién ganará las próximas elecciones presidenciales?
- ✓ ¿Los productos de herbolario realmente ayudan a tener buena salud?
- ✓ ¿Renovarán mi serie de televisión favorita el año que viene?

Ninguna de estas preguntas habla directamente de cifras. Sin embargo, todas ellas requieren el uso de datos y procesos estadísticos para llegar a una respuesta.

Imagina que un investigador quiere saber quién ganará las próximas elecciones presidenciales en Estados Unidos. Para responder con conocimiento de causa, el investigador debe seguir varios pasos:

1. Determinar la población objeto de estudio.

En este caso el investigador pretende estudiar a los ciudadanos mayores de edad que tengan previsto votar en las siguientes elecciones.

2. Recopilar los datos.

Este paso es todo un desafío, porque no puedes salir a la calle y preguntar a todos y cada uno de los ciudadanos estadounidenses si tienen previsto votar y, en tal caso, por quién. Pero dejando eso de lado, pongamos que alguien dice: “Sí, tengo pensado ir a votar”. ¿Sabes a ciencia cierta que esa persona acudirá a las urnas el día de las elecciones? ¿Y seguro que esa persona te dirá por quién va a votar? ¿Y qué pasa si esa persona cambia de opinión y vota por otro candidato?

3. Organizar, resumir y analizar los datos.

Una vez el investigador ha recopilado todos los datos que necesita, organizarlos, resumirlos y analizarlos le ayuda a responder la pregunta planteada. Este paso es el que la mayoría de la gente asocia con la estadística.

4. Examinar todos los resúmenes de datos, gráficos, diagramas y análisis y extraer conclusiones de ellos para intentar responder la pregunta original.

Por supuesto, el investigador no estará seguro al 100% de que su respuesta sea correcta, ya que no habrá preguntado a todos y cada uno de los ciudadanos estadounidenses. No obstante, sí puede obtener una respuesta de la que esté seguro casi al 100%. De hecho, con una muestra de 2.500 personas seleccionadas de manera *no sesgada* (es decir, cuando todas las muestras posibles de 2.500 personas tienen la misma probabilidad de ser elegidas), el investigador puede obtener resultados exactos con un error de más/menos un 2,5% (si todos los pasos del proceso de investigación se llevan a cabo correctamente).



A la hora de extraer conclusiones, el investigador debe ser consciente de que todos los estudios tienen sus limitaciones y que, al existir siempre la posibilidad de cometer errores, los resultados podrían ser incorrectos. A este respecto, se puede proporcionar un valor numérico que indique a los demás cuánto confía el investigador en sus resultados y qué grado de exactitud se espera de ellos. (En el capítulo 12 encontrarás más información sobre el margen de error.)



Una vez ha concluido la investigación y se ha contestado la pregunta, es habitual que los resultados den pie a otras preguntas e investigaciones. Por ejemplo, si se observa que los hombres parecen favorecer a un candidato y las mujeres a otro, las siguientes preguntas podrían ser: “¿Quién responde a los sondeos más a menudo el día de las elecciones, los hombres o las mujeres? ¿Y qué factores determinan si acudirán a las urnas?”.

En resumidas cuentas, la estadística consiste en aplicar el método científico para responder preguntas de investigación sobre el mundo. Los métodos estadísticos se utilizan en todos los pasos de un estudio, desde la fase de diseño hasta que se recopilan los datos, se organiza y resume la información, se lleva a cabo el análisis, se extraen conclusiones, se valoran las limitaciones y, por último, se diseña el siguiente estudio para responder las nuevas preguntas surgidas. La estadística es algo más que números: es un proceso.

Terminología básica de estadística

Todos los campos del saber tienen su propia jerga, y la estadística no es ninguna excepción. Si ves el proceso estadístico como una serie de etapas que atraviesas en el camino que va desde la pregunta hasta la respuesta, ya puedes suponer que en cada etapa te encontrarás con varias herramientas y términos técnicos (o jerga) con

los que seguir adelante. Si se te están empezando a erizar los pelos de la nuca, tranquilízate. Nadie va a exigir que te conviertas en un experto en estadística ni que utilices esos términos a todas horas. Ni siquiera hace falta que vayas por ahí con una calculadora y un protector para el bolsillo de la camisa (los estadísticos no son así en realidad, es sólo una leyenda urbana). De todos modos, a medida que el mundo entero toma conciencia de la importancia de los números, los términos propios de la estadística se utilizan cada vez más en los medios de comunicación y en el lugar de trabajo, de manera que conocer su verdadero significado puede echarte un cable en muchas ocasiones. Además, si estás leyendo este libro porque quieres aprender a calcular algunas estadísticas, entender la terminología es el primer paso. Por eso en este apartado te doy a conocer algunos términos básicos del campo de la estadística. Para una explicación más detallada, sigue las referencias a los capítulos correspondientes de este libro.

Datos

Los *datos* son los elementos de información que recopilas durante el estudio. Por ejemplo, les pregunto a cinco amigos míos cuántas mascotas tienen y me dan los siguientes datos: 0, 2, 1, 4, 18 (el quinto amigo cuenta como mascotas todos los peces de su acuario). Pero no todos los datos son números; también tomo nota del sexo de todos mis amigos y obtengo lo siguiente: varón, varón, mujer, varón, mujer.

Existen dos grandes grupos de datos: los numéricos y los categóricos (a continuación comento a grandes rasgos las características de estas variables; en el capítulo 5 encontrarás una explicación más detallada).

✓ **Datos numéricos.** Estos datos tienen significado como medida, por ejemplo la altura, el peso, el coeficiente intelectual o la presión arterial; o bien son el resultado de un recuento, por ejemplo el número de acciones que posee una persona, los dientes de un perro o cuántas páginas de tu libro favorito eres capaz de leer antes de quedarte dormido (los estadísticos también los llaman *datos cuantitativos*).

Los datos numéricos, a su vez, se dividen en dos tipos: discretos y continuos.

- Los *datos discretos* representan elementos que pueden ser contados; adoptan valores posibles que se pueden enumerar. La lista de valores posibles puede estar restringida (*finita*) o puede ir desde 0, 1, 2 hasta el infinito (*infinita numerable*). Por ejemplo, el número de caras obtenidas al lanzar 100 veces una moneda al aire adopta valores que van desde 0 hasta 100 (caso finito), pero el número de lanzamientos necesarios para sacar 100 caras adopta valores que

van desde 100 (el número mínimo de lanzamientos) hasta el infinito. Los valores posibles son 100, 101, 102, 103... (representan el caso infinito numerable).

- Los *datos continuos* representan mediciones; sus valores posibles no se pueden contar y tan sólo pueden describirse utilizando intervalos de la recta de números reales. Por ejemplo, la cantidad exacta de gasolina que cargan los propietarios de vehículos con depósitos de 75 litros de capacidad puede adoptar cualquier valor posible entre 0,00 litros y 75,00 litros, lo cual se representa con el intervalo $[0, 75]$ (bueno, en realidad sí que pueden contarse todos esos valores, pero ¿por qué ibas a hacerlo? En estos casos los estadísticos fuerzan un poquito la definición de continuo). Técnicamente, la vida útil de una pila AAA puede ser cualquier valor entre 0 e infinito. Por supuesto, no esperarás que dure más de unos pocos cientos de horas, pero nadie puede ponerle un límite concreto (¿te acuerdas del conejito de Duracell?).

- ✓ **Datos categóricos.** Los datos categóricos representan características como el sexo de una persona, su estado civil, su lugar de nacimiento o el tipo de películas que le gustan. Los datos categóricos pueden adoptar valores numéricos (por ejemplo el “1” para indicar un varón y el “2” para indicar una mujer), pero esos números no tienen un significado. No puedes sumarlos entre sí, por ejemplo (los datos categóricos también se denominan *datos cualitativos*).



Los *datos ordinales* combinan los datos numéricos y los categóricos. Los datos entran en dos categorías, pero los números asignados a esas categorías tienen significado. Por ejemplo, al valorar un restaurante en una escala de 0 a 5 se obtienen datos ordinales. Los datos ordinales generalmente se consideran categóricos, de manera que los grupos se ordenan al elaborar los gráficos y diagramas. Yo no me referiré a ellos de manera separada en este libro.

Conjunto de datos

Un *conjunto de datos* es la totalidad de los datos obtenidos de la muestra. Por ejemplo, si has pesado cinco envases y los pesos obtenidos son 6, 8, 11, 34 y 2 kilos, esos cinco números (6, 8, 11, 34, 2) forman tu conjunto de datos. Si

únicamente anotas el tamaño del envase (por ejemplo pequeño, mediano o grande), el conjunto de datos podría ser el siguiente: mediano, mediano, mediano, grande, pequeño.

Variable

Una *variable* es una característica o un valor numérico que varía para cada individuo. Una variable puede representar el resultado de un recuento (por ejemplo, el número de mascotas que tienes) o una medición (el tiempo que tardas en levantarte por la mañana). O bien la variable puede ser categórica, de manera que cada persona se incluye en un grupo (o categoría) según unos criterios determinados (por ejemplo, filiación política, raza o estado civil). Los elementos de información registrados sobre unidades de análisis en relación con una variable son los datos.

Población

Para responder prácticamente a cualquier pregunta que se te ocurra investigar, debes enfocar tu atención a un grupo concreto de unidades de análisis (por ejemplo un grupo de personas, ciudades, animales, especímenes de roca, puntuaciones de examen, etc.). Por ejemplo:

- ✓ ¿Qué piensan los españoles de la política exterior de su gobierno?
- ✓ ¿Qué porcentaje de campos plantados fueron destrozados por ciervos el año pasado en el estado de Wisconsin?
- ✓ ¿Cuál es el pronóstico de las enfermas de cáncer de mama que toman un nuevo fármaco experimental?
- ✓ ¿Qué porcentaje de cajas de cereales llevan la cantidad de producto que consta en el envase?

En cada uno de estos ejemplos se plantea una pregunta. Y en cada caso puedes identificar un grupo concreto de unidades de análisis: los ciudadanos españoles, todos los campos plantados de Wisconsin, todas las enfermas de cáncer de mama y todas las cajas de cereales, respectivamente. El grupo de elementos o unidades que quieres estudiar para responder a la pregunta que da pie a la investigación es lo que denominamos *población*. Sin embargo, a veces cuesta mucho definir una población. En un buen estudio, los investigadores definen la población de forma muy clara, mientras que en uno malo la población no está bien definida.

La pregunta de si los bebés duermen mejor con música es un buen ejemplo de lo difícil que puede ser definir la población. ¿Cómo definirías exactamente a un bebé? ¿Un niño de menos de tres meses? ¿De menos de un año? ¿Y quieres estudiar sólo

a los bebés de un determinado país o a los bebés de todo el mundo? Los resultados pueden variar entre bebés de distintas edades, entre bebés españoles y japoneses, etc.



Muchas veces los investigadores quieren estudiar una población muy grande, pero al final (para ahorrar tiempo o dinero o porque no saben hacerlo mejor) acaban estudiando una muy pequeña. Este atajo puede suponer un gran problema a la hora de extraer conclusiones. Por ejemplo, pongamos que un profesor de universidad quiere estudiar el modo en que los anuncios de televisión persuaden a los consumidores para que compren productos. Su estudio está basado en un grupo de sus propios alumnos que participaron para que les subiera medio punto la nota final de la asignatura. Este grupo experimental puede ser adecuado, pero los resultados no pueden extrapolarse a una población distinta de sus alumnos, ya que en el estudio no está representada más que la reducida población del aula.

Muestras y aleatoriedad

¿Qué haces cuando pruebas un cocido? Remueves la olla con la cuchara, coges un poquito y lo pruebas. A continuación extraes una conclusión sobre el contenido de la olla entera, aunque no lo hayas probado todo. Si tomas la muestra de forma imparcial (por ejemplo, no te limitas a probar sólo los ingredientes más sabrosos), puedes hacerte una idea clara del sabor del cocido sin tener que comértelo todo. En estadística las muestras se toman exactamente igual. Los investigadores quieren averiguar algo sobre una población pero no tienen suficiente tiempo o dinero para estudiar a todos los elementos de esa población, de manera que eligen un subconjunto de elementos, los estudian y utilizan la información obtenida para extraer conclusiones sobre toda la población. Este subconjunto de la población es lo que se denomina *muestra*.

Aunque seleccionar una muestra parece algo muy sencillo, en realidad no lo es. La manera de seleccionar una muestra de la población puede marcar la diferencia entre obtener resultados correctos y acabar con un montón de basura. Un ejemplo: pongamos que quieres una muestra de lo que opinan los adolescentes sobre el tiempo que pasan en Internet. Si envías una encuesta con un mensaje de texto, los resultados no representarán las opiniones de todos los adolescentes, que es la población que quieres estudiar. Únicamente representarán a los adolescentes que tengan acceso a mensajes de texto. ¿Ocurre a menudo este desajuste estadístico? No te quepa duda.



Las encuestas a través de Internet son un claro ejemplo de tergiversación estadística por culpa de una mala selección de la muestra. En la red hay miles de encuestas de opinión en las que se puede participar visitando un determinado sitio web. Pero incluso si contestaran una encuesta en Internet 50.000 españoles, esa muestra no sería representativa de toda la población de España; tan sólo representaría a las personas que tuvieran acceso a Internet, visitaran ese sitio web en particular y estuvieran suficientemente interesadas en el tema como para participar en la encuesta (lo cual generalmente significa que tienen opiniones tajantes al respecto). El resultado de todos estos problemas es el *sesgo*, el favoritismo sistemático de determinadas personas o determinados resultados del estudio.



¿Cómo debe seleccionarse una muestra de forma que se evite el sesgo? La palabra clave es *aleatoriedad*. Una *muestra aleatoria* es aquella que se selecciona con igualdad de oportunidades, es decir, cada muestra posible del mismo tamaño que la tuya tiene la misma probabilidad de ser seleccionada de la población. El significado real de *aleatorio* es que ningún grupo de población se ve favorecido ni excluido del proceso de selección.

Las muestras *no aleatorias* (o sea, mal hechas) son las que se seleccionan con algún tipo de preferencia o de exclusión automática de una parte de la población. Un ejemplo típico de muestra no aleatoria es la generada por las encuestas de llamada voluntaria (*call-in*), en las que es la gente quien llama por teléfono y da su opinión sobre un tema en particular en respuesta a un llamamiento de una cadena de televisión. Las personas que deciden participar en este tipo de encuestas no representan a la población en general porque necesariamente estaban viendo el programa y, además, el tema les interesaba lo suficiente como para llamar. Técnicamente no representan una muestra, en el sentido estadístico de la palabra, porque nadie las ha seleccionado, sino que se han elegido a sí mismas para participar, creando así una *muestra de respuesta voluntaria* o *muestra autoseleccionada*. Los resultados presentarán un sesgo hacia las personas que tengan opiniones tajantes sobre esa cuestión.

Para tomar una muestra auténticamente aleatoria necesitas un mecanismo de aleatorización para elegir a los participantes. Por ejemplo, la organización Gallup empieza con una lista informatizada de todas las centralitas telefónicas de Estados Unidos, junto con estimaciones del número de viviendas que tienen conexión telefónica. El ordenador utiliza un procedimiento llamado *marcación aleatoria de dígitos* (RDD por sus siglas en inglés) para generar al azar una relación exhaustiva

de los números de teléfono de las centralitas, y a continuación selecciona muestras de esos números. Es decir, el ordenador crea una lista de todos los números de teléfono posibles de Estados Unidos y luego selecciona un subconjunto de números de esa lista para que Gallup llame.

Otro ejemplo de muestreo aleatorio es el empleo de generadores de números aleatorios. En este proceso, los elementos de la muestra se eligen utilizando una lista de números aleatorios generados por ordenador; de manera que cada muestra de elementos tiene la misma probabilidad de ser seleccionada. Los investigadores pueden utilizar este método de aleatorización para asignar enfermos al grupo experimental y al grupo de control en un experimento. Este proceso es el equivalente a extraer nombres de un sombrero o extraer los números del bombo de la lotería.



Por muy grande que sea una muestra, si está basada en métodos no aleatorios los resultados no serán representativos de la población sobre la cual el investigador quiere extraer conclusiones. No te dejes impresionar por el tamaño de una muestra: primero comprueba cómo la han seleccionado. Busca el término *muestra aleatoria*. Si ese término aparece, lee la letra pequeña para saber exactamente qué método utilizaron y aplica la definición anterior para cerciorarte de que esa muestra realmente se eligió de forma aleatoria. Una muestra aleatoria pequeña es mejor que una muestra no aleatoria grande.

Estadístico

Un *estadístico* es un número que resume los datos recopilados de una muestra. Existen muchos estadísticos diferentes para resumir datos. Por ejemplo, los datos se pueden resumir como porcentaje (el 60% de las unidades familiares de la muestra tienen más de dos coches), promedio (el precio medio de una vivienda en esta muestra es de...), mediana (el sueldo mediano de los 1.000 ingenieros informáticos que componen la muestra es de...) o percentil (este mes tu bebé está en el percentil 90 de peso según datos recopilados de más de 10.000 bebés).

El tipo de estadístico que se calcule depende del tipo de datos. Por ejemplo, los porcentajes se utilizan para resumir datos categóricos y las medias se utilizan para resumir datos numéricos. El precio de una casa es una variable numérica, de manera que puedes calcular su media o su desviación estándar. Por el contrario, el color de una casa es una variable categórica; no tiene sentido buscar la desviación estándar ni la media de color. En este caso los estadísticos importantes son los porcentajes de casas de cada color.



No todas las estadísticas son correctas ni ecuanímes, por supuesto. Sólo porque alguien te dé una estadística, no tienes la garantía de que esa estadística sea científica o legítima. A lo mejor has oído alguna vez el siguiente dicho: “Los números no mienten, pero los mentirosos también usan números”.

Parámetro

Los estadísticos se basan en datos de una muestra, no en datos de la población. Si recopilas datos de la población entera, estás haciendo un *censo*. Si a continuación resumes toda la información del censo en un único número procedente de una variable, ese número es un *parámetro*, no un estadístico. Las más de las veces, los investigadores intentan estimar los parámetros utilizando estadísticos. El Instituto Nacional de Estadística español quiere dar a conocer el número total de habitantes del país, así que lleva a cabo un censo. Sin embargo, debido a los problemas logísticos que entraña una tarea tan ardua (por ejemplo ponerse en contacto con las personas sin hogar), a la postre las cifras del censo sólo pueden llamarse *estimaciones*, y se corrigen al alza para dar cuenta de las personas no incluidas en el censo.

Sesgo

La palabra *sesgo* se utiliza bastante a menudo, y probablemente ya sepas que significa algo malo. Pero ¿qué es el sesgo exactamente? El *sesgo* es una inclinación sistemática que está presente en el proceso de recopilación de datos y que da lugar a resultados desviados y engañosos. El sesgo puede aparecer por varias razones:

- ✓ **Por la manera de seleccionar la muestra.** Por ejemplo, si quieres obtener una estimación del dinero que tienen previsto gastar los ciudadanos estadounidenses en las compras de Navidad, y para ello coges tu carpeta, te diriges a un centro comercial el día siguiente al Día de Acción de Gracias y le preguntas a la gente cuáles son sus planes de compra, está claro que el proceso de muestreo estará sesgado. La muestra tenderá a favorecer a los buscadores de gangas que acuden a ese centro comercial en particular a luchar a brazo partido con cientos de otros clientes el día del año que en Estados Unidos se conoce como “viernes negro”.
- ✓ **Por la manera de recopilar los datos.** Las preguntas de las encuestas son una causa importante de sesgo. Como muchas veces los investigadores buscan un resultado en concreto, las preguntas que hacen pueden reflejar

y conducir a ese resultado esperado. Por ejemplo, la cuestión de si procede financiar con dinero público los colegios concertados siempre genera un gran debate, con vehementes opiniones tanto a favor como en contra. La pregunta “¿No cree que sería una buena inversión de futuro ayudar a los colegios concertados?” tiene un poco de sesgo. Y lo mismo ocurre con la pregunta “¿No está usted cansado de pagar dinero de su bolsillo para educar a los hijos de otros?”. La manera de formular la pregunta puede influir mucho en los resultados.

Otras cosas que provocan sesgo son el momento de hacer la encuesta, la longitud y la dificultad de las preguntas, y la forma de ponerse en contacto con las personas de la muestra (por teléfono, por correo postal, de puerta en puerta, etc.). En el capítulo 16 encontrarás más información sobre la manera correcta de diseñar y evaluar encuestas y sondeos.



Cuando analices los resultados de una encuesta que sea importante para ti o en la que tengas un interés especial, antes de extraer conclusiones sobre los resultados entérate de qué preguntas plantearon y cómo las formularon exactamente.

Media (Promedio)

La media, también llamada *promedio*, es el estadístico más utilizado para medir el centro de un conjunto de datos numérico. La *media* es la suma de todos los números dividida por la cantidad total de números. La media de la población entera se denomina *media poblacional*, y la media de una muestra se denomina, lógicamente, *media muestral*. (En el capítulo 5 hablo de la media con más detalle.)



La media puede no ser una representación ecuánime de los datos, ya que se ve influenciada fácilmente por los *valores atípicos* (valores muy grandes o muy pequeños que se alejan mucho de otros valores del conjunto de datos).

Mediana

La mediana es otra manera de medir el centro de un conjunto de datos numéricos. La mediana estadística viene a ser como la mediana de una autopista. En la mayoría de las autopistas la mediana es el centro, de manera que en ambos lados de ella hay el mismo número de carriles. En un conjunto de datos numéricos, la *mediana* es el valor que divide dicho conjunto en dos partes iguales, una con valores superiores y otra con valores inferiores al valor de la mediana. Así pues, la mediana es el centro auténtico del conjunto de datos. En el capítulo 5 encontrarás más información sobre la mediana.



La próxima vez que te den la cifra correspondiente a una media, mira a ver si también te dicen cuál es la mediana. Si no es así, ¡pide que te la den! La media y la mediana son dos representaciones distintas del centro de un conjunto de datos y a menudo cuentan historias muy diferentes sobre los datos, sobre todo cuando el conjunto de datos contiene valores atípicos (cifras muy grandes o muy pequeñas que se salen de lo normal).

Desviación estándar (o típica)

¿Alguna vez has oído a alguien decir que un resultado en particular presenta “dos desviaciones estándares por encima de la media”? Cada vez más, la gente quiere comunicar la importancia de los resultados que han obtenido, y una manera de hacerlo es diciendo el número de desviaciones estándares por encima o por debajo de la media. Pero ¿qué es exactamente una desviación estándar?

La *desviación estándar* es una medida utilizada por los estadísticos para referirse al grado de variabilidad (o dispersión) de los números de un conjunto de datos. Como el propio término indica, la desviación estándar es el grado estándar (o típico) de desviación (o divergencia) respecto del promedio (o la media, como prefieren llamarla los estadísticos). Así pues, dicho de manera muy burda, la desviación estándar es la divergencia media respecto de la media.

La fórmula de la desviación estándar (representada por la letra s) es la siguiente, donde n es el número de valores del conjunto de datos, cada una de las x representa a un número del conjunto de datos, y \bar{x} es la media de todos los datos:

$$s = \sqrt{\sum \frac{(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

En el capítulo 5 encontrarás instrucciones detalladas para calcular la desviación estándar.



La desviación estándar también se utiliza para describir la zona donde deberían estar la mayoría de los datos, en relación con la media. Por ejemplo, si los datos siguen una curva con forma de campana (lo que se llama *distribución normal*), aproximadamente el 95% de los valores se encuentran a no más de dos desviaciones estándares de la media (este resultado es lo que se llama *regla empírica*, o *regla 68-95-99,7*; tienes más información sobre ella en el capítulo 5).



La desviación estándar es un estadístico importante, pero a menudo se omite al comunicar resultados estadísticos. Si no te la dan, te están contando sólo una parte de la verdad. A los estadísticos les gusta contar la anécdota de un hombre que tenía un pie metido en un cubo de agua helada y el otro pie en un cubo de agua hirviendo. En promedio estaba la mar de a gusto, pero piensa en la variabilidad de las dos temperaturas de los pies. Si buscamos ejemplos más próximos, el precio medio de una vivienda no te dice nada sobre el abanico de precios que puedes encontrar en el mercado, y el sueldo medio quizá no represente del todo la situación real de tu empresa en el supuesto de que los sueldos sean muy dispares.



No te conformes con saber la media. Asegúrate de preguntar también cuál es la desviación estándar. Sin la desviación estándar no tienes manera de conocer el grado de dispersión de los valores (si estás hablando de sueldos iniciales, por ejemplo, esto podría ser muy importante).

Percentil

Probablemente hayas oído hablar antes de los percentiles. Si alguna vez has hecho alguna prueba normalizada, junto con la puntuación obtenida debieron de darte una medida de tu resultado en comparación con el resto de las personas que hicieron la prueba. Esta medida comparativa probablemente te fue comunicada en forma de percentil. El *percentil* para un dato concreto es el porcentaje de valores de la muestra que están por debajo de ese dato concreto. Por ejemplo, si te dicen que tu puntuación está en el percentil 90, significa que el 90% de las personas que hicieron la misma prueba obtuvieron una puntuación inferior a la tuya (y el 10% de los que

se examinaron obtuvieron una puntuación más alta que tú). La mediana está justo en el centro de un conjunto de datos, de manera que representa el percentil 50. En el capítulo 5 encontrarás más información sobre percentiles.



Los percentiles se utilizan de varias formas con fines de comparación y para determinar la *posición relativa* (es decir, la situación de un valor en concreto en comparación con el resto de los valores). El peso de los bebés suele indicarse como percentil, por ejemplo. Las empresas también utilizan los percentiles para saber en qué situación se encuentran, en comparación con otras empresas, en cuanto a ventas, beneficios, satisfacción del cliente, etc.

Puntuación estándar (o típica)

La puntuación estándar es una manera hábil de poner en perspectiva unos resultados sin tener que dar un montón de detalles (algo que a los medios de comunicación les encanta hacer). La *puntuación estándar* representa el número de desviaciones estándares por encima o por debajo de la media (sin preocuparse de cuál es la desviación estándar ni la media).

Por ejemplo, imagina que Roberto ha obtenido una puntuación de 400 en una prueba de acceso a la universidad. ¿Qué significa eso? Pues no mucho, porque no puedes poner ese 400 en perspectiva. Pero si te dicen que la puntuación estándar de Roberto en la prueba es +2, ya lo sabes todo. Sabes que su puntuación está dos desviaciones estándares por encima de la media (¡bien hecho, Roberto!). Ahora imagina que la puntuación estándar de Isabel es -2. En este caso el resultado no es bueno (para Isabel), ya que su nota está dos desviaciones estándares por debajo de la media.

El proceso de convertir un número en una puntuación estándar se llama *normalización o estandarización*. En el capítulo 9 explico la manera de calcular e interpretar puntuaciones estándares cuando la distribución es normal (con forma de campana).

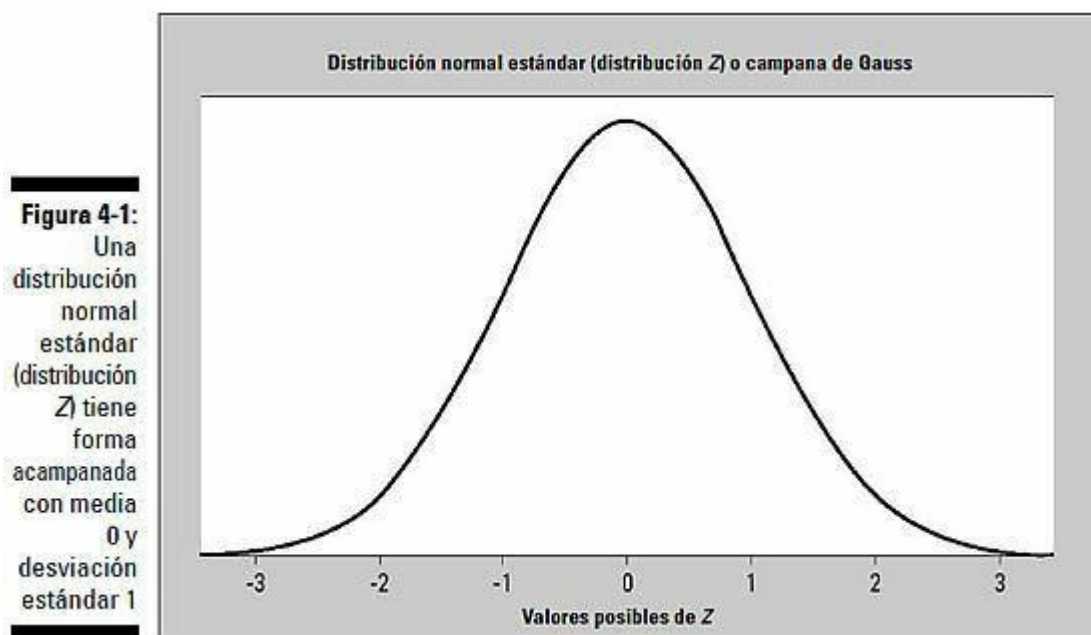
Distribución y distribución normal

La *distribución* de un conjunto de datos (o de una población) es una lista o función que muestra todos los valores posibles (o intervalos) de los datos y la frecuencia con la que aparecen. Cuando se organiza una distribución de datos categóricos, ves el número o porcentaje de elementos que hay en cada grupo. Cuando se organiza una distribución de datos numéricos, generalmente se ordenan del más pequeño al

más grande, se dividen en grupos de tamaño razonable (si conviene) y luego se pasan a gráficos y diagramas para ver la forma, el centro y el grado de variabilidad de los datos.

Existen muchas distribuciones distintas para datos categóricos y numéricos, y las más comunes tienen sus propios nombres. Una de las distribuciones más conocidas es la *distribución normal*, cuya representación gráfica es la popular *campana de Gauss* (también llamada curva gaussiana o curva de campana). La distribución normal se basa en datos numéricos continuos, cuyos valores posibles se encuentran en la recta numérica real. Cuando los datos se organizan a manera de gráfico, esta distribución tiene forma de campana simétrica. Dicho de otro modo, la mayoría (el 68%) de los datos están centrados en torno a la media (la parte central de la campana), y a medida que te alejas de la media hacia los lados encuentras cada vez menos valores (las curvas descendentes de ambos lados de la campana).

La media (y, por tanto, la mediana) está justo en el centro de la distribución normal debido a la simetría, y la desviación estándar se mide por la distancia desde la media hasta el *punto de inflexión* (el punto donde la curva cambia de ser convexa a ser cóncava). La figura 4-1 muestra un gráfico de una distribución normal en la que la media es 0 y la desviación estándar es 1 (esta distribución tiene un nombre especial, la *distribución normal estándar* o *distribución Z*). La curva tiene forma acampanada.



Puesto que cada población de datos tiene su propia media y su propia desviación estándar, existe un número infinito de distribuciones normales, cada una con una media y una desviación estándar que la caracterizan. En el capítulo 9 encontrarás muchísima más información sobre la distribución normal y la normal estándar.

Teorema del límite central



La distribución normal también se utiliza para medir la exactitud de muchos estadísticos, incluida la media, por medio de un importante resultado llamado *teorema del límite central*. Este teorema permite medir cuánto variará la media muestral sin tener que compararla con otras medias muestrales (¡menos mal!). Teniendo en cuenta esta variabilidad podemos utilizar los datos para responder a preguntas sobre la población, por ejemplo, “¿Cuáles son los ingresos medios por unidad familiar en España?” o “este informe dice que el 75% de las tarjetas regalo no llegan a utilizarse nunca, ¿es eso cierto?”. (Estos dos análisis en particular, posibles gracias al teorema del límite central, se llaman *intervalos de confianza* y *contrastos de hipótesis*, respectivamente, y se describen en los capítulos 13 y 14, respectivamente.)

El teorema del límite central (abreviado *TLC*) dice básicamente que, para datos no normales, la media muestral presenta una distribución aproximadamente normal con independencia de cómo sea la distribución de los datos originales (siempre que la muestra sea suficientemente grande). Y esto no se aplica sólo a la media muestral; el TLC también se cumple para otros estadísticos como, por ejemplo, la proporción muestral (ver capítulos 13 y 14). Como los estadísticos conocen a la perfección la distribución normal (tratada en el apartado anterior), estos análisis son mucho más sencillos. En el capítulo 11 explico mejor el teorema del límite central, conocido en el mundillo como “la joya de la Corona en el campo de la estadística” (estos estadísticos son unos tíos raros de verdad).

Valores z



Si un conjunto de datos tiene una distribución normal y tú normalizas todos los datos para obtener puntuaciones estándares, esas puntuaciones estándares se llaman valores z . Todos los valores z presentan lo que se conoce como distribución normal estándar (o distribución Z). La *distribución normal estándar* es una distribución normal especial donde la media es igual a 0 y la desviación estándar es igual a 1.

La distribución normal estándar resulta útil para analizar los datos y determinar estadísticos como percentiles, o el porcentaje de datos que se encuentra entre dos valores. Así pues, si los investigadores determinan que los datos poseen una

distribución normal, generalmente empiezan por normalizar los datos (convirtiendo cada punto de datos en un valor z) y luego utilizan la distribución normal estándar para analizar los datos más a fondo. En el capítulo 9 encontrarás más información sobre los valores z .

Experimentos

Un *experimento* es un estudio que impone un tratamiento (o control) a los sujetos (participantes), controla su entorno (por ejemplo limitando su alimentación, administrándoles cierta dosis de un fármaco o placebo o pidiéndoles que permanezcan despiertos durante un tiempo determinado) y registra las respuestas. El propósito de la mayoría de los experimentos es encontrar una relación causa-efecto entre dos factores (por ejemplo el consumo de alcohol y la vista defectuosa, o la dosis de un fármaco y la intensidad de sus efectos secundarios). Aquí tienes algunas preguntas típicas que los experimentos intentan responder:

- ✓ ¿Tomar zinc ayuda a reducir la duración de un resfriado? Algunos estudios dicen que sí.
- ✓ ¿La forma y la posición de la almohada influyen en el descanso nocturno? Los especialistas del Centro Emory sobre investigación de la columna vertebral, en Atlanta, dicen que sí.
- ✓ ¿La altura de los tacones afecta a la comodidad de los pies? Un estudio de la universidad de UCLA dice que es mejor usar tacones de dos centímetros que zapatos totalmente planos.

En este apartado comento otras varias definiciones de palabras que quizá oigas cuando alguien hable sobre experimentos. El capítulo 17 trata exclusivamente sobre esta cuestión. Por ahora, céntrate sólo en la terminología básica de los experimentos.

Grupo experimental y grupo de control

La mayoría de los experimentos intentan dilucidar si un determinado tratamiento experimental (o factor importante) tiene un efecto significativo en un resultado. Por ejemplo, ¿el zinc ayuda a reducir la duración de un resfriado? Los sujetos que participan en el experimento suelen dividirse en dos grupos: un grupo experimental y un grupo de control (también puede haber más de un grupo experimental).

- ✓ El *grupo experimental* está compuesto por personas que toman el tratamiento experimental cuyos efectos se quiere estudiar (en este caso, comprimidos de zinc).

- ✓ El *grupo de control* está compuesto por personas que no tomarán los comprimidos de zinc. En su lugar se les administra un placebo (un tratamiento ficticio, por ejemplo una pastilla de azúcar), un tratamiento no experimental (por ejemplo vitamina C, en el estudio sobre el zinc) o nada en absoluto, según la situación.

Al final, las respuestas de los integrantes del grupo experimental se comparan con las respuestas del grupo de control para buscar diferencias estadísticamente significativas (diferencias que difícilmente puedan deberse al azar).

Placebo

Un *placebo* es un tratamiento ficticio, por ejemplo una pastilla de azúcar. Los placebos se administran al grupo de control para producir un fenómeno psicológico llamado *efecto placebo*, que consiste en que algunas personas presentan una respuesta como si se tratara de un tratamiento real. Por ejemplo, después de tomar una pastilla de azúcar, una persona que experimente el efecto placebo puede decir: “Sí, ya me siento mejor”, o “Vaya, estoy empezando a marearme un poco”. Midiendo el efecto placebo en el grupo de control puedes averiguar qué informes del grupo experimental son reales y cuáles se deben probablemente al efecto placebo (los experimentadores dan por sentado que el efecto placebo afecta tanto al grupo experimental como al grupo de control).

Enmascarado y doblemente enmascarado

Un *experimento enmascarado* (a veces se llama “a ciegas” o “ciego”) es un estudio clínico en el que los sujetos participantes no saben si están en el grupo experimental (el que recibe el tratamiento) o en el de control. Siguiendo con el ejemplo del zinc, los investigadores se asegurarían de que los comprimidos de vitamina C y los comprimidos de zinc tuvieran exactamente el mismo aspecto, y no dirían a los pacientes cuál de los dos tipos les estarían administrando. Un experimento enmascarado intenta controlar el sesgo por parte de los participantes.

Un *experimento doblemente enmascarado*, o *con doble enmascaramiento*, controla el sesgo potencial por parte de los pacientes y de los investigadores. Ni los pacientes ni los investigadores que recopilan los datos saben qué sujetos han recibido el tratamiento y cuáles no. Entonces, ¿quién está enterado? Generalmente es un tercero (alguien que no participa en el experimento de ninguna otra forma) quien se encarga de juntar las piezas. Un estudio con doble enmascaramiento es mejor porque, aunque los investigadores aseguren actuar de forma no sesgada, a menudo tienen un interés especial en los resultados (¡de lo contrario no estarían haciendo el estudio!).

Encuestas (sondeos)

Una *encuesta* (a veces llamada *sondeo*) es un cuestionario; generalmente se utiliza para obtener las opiniones de la gente junto con algunos datos demográficos relevantes. Al haber tantos responsables políticos, expertos en marketing y otras personas que quieren “tomar el pulso a la población” y averiguar lo que el ciudadano medio piensa y siente, mucha gente tiene la sensación de no poder escapar a esa persecución. Probablemente tú mismo hayas recibido muchas solicitudes de participación en encuestas, y puede que hasta te hayas vuelto inmune a ellas y te limites a tirar a la basura los cuestionarios que te llegan por correo o a negarte cuando te piden que participes en una encuesta telefónica.

Si se hace como es debido, una encuesta puede ser muy informativa. Las encuestas se utilizan para averiguar qué programas de televisión gustan más, qué piensan los consumidores sobre las compras por Internet y si en Estados Unidos deberían permitir que alguien menor de treinta y cinco años llegue a ser presidente, por ejemplo. Las empresas se sirven de las encuestas para valorar el grado de satisfacción de sus clientes, para averiguar qué productos quiere la gente y para determinar quién compra sus artículos. Las cadenas de televisión utilizan las encuestas para conocer las reacciones inmediatas a noticias que acaban de salir en antena, y los productores cinematográficos las usan para decidir cómo debería terminar una película.

Sin embargo, si tuviera que elegir una palabra para valorar el estado general de las encuestas en los medios de comunicación, creo que sería “cantidad”, y no “calidad”. Dicho de otro modo: hay montones de encuestas mal hechas. Por suerte para ti, en este libro encontrarás montones de buenos consejos e información para analizar, criticar y comprender los resultados de las encuestas, y también para diseñar tus propias encuestas y hacer las cosas bien. (Si quieres meterte ya en materia, pasa al capítulo 16.)

Margen de error

Posiblemente hayas visto u oído resultados como el siguiente: “Esta encuesta tiene un margen de error de más/menos tres puntos porcentuales”. ¿Qué significa eso? La mayoría de las encuestas (salvo los censos) se basan en información recopilada de una muestra de personas, no de la población entera. Forzosamente existirá cierto grado de error, y no me refiero a un error de cálculo (aunque también puede haberlo), sino a un *error de muestreo* (también llamado *error muestral*), que ocurre simplemente porque los investigadores no están preguntando a todo el mundo. El *margen de error* mide la diferencia máxima que puede haber entre los resultados de la muestra y los resultados de la población real. Puesto que los resultados de la mayoría de las preguntas pueden expresarse como porcentajes, el margen de error casi siempre se indica también como porcentaje. ¿Cómo se interpreta un margen de error? Pongamos que sabes que el 51% de las personas de la muestra han dicho que

piensan votar por la señora Cálculo en las próximas elecciones. Si quisieras extrapolar esos resultados a todos los votantes, tendrías que sumar y restar el margen de error y proporcionar un intervalo de resultados posibles para estar suficientemente seguro de que salvas la distancia existente entre la muestra y la población entera. Suponiendo que el margen de error es de más/menos tres puntos porcentuales, estarías bastante seguro de que entre el 48% ($51-3$) y el 54% ($51+3$) de la población votará por la señora Cálculo en las elecciones, basándote en los resultados muestrales. En este caso la señora Cálculo podría obtener un poco más o un poco menos de la mayoría de los votos, de manera que podría ganar o perder las elecciones. Esta situación se ha repetido en varias noches electorales, cuando los medios de comunicación han querido adelantar quién era el ganador pero, según las encuestas a pie de urna, el resultado estaba “muy reñido”. En el capítulo 12 encontrarás más información sobre el margen de error.



El margen de error mide la exactitud; no mide la cantidad de sesgo que pueda haber (me he referido al sesgo anteriormente en este mismo capítulo). Unos resultados que sean numéricamente exactos no significan nada en absoluto si se han recopilado de forma sesgada.

Intervalo de confianza

Una de las aplicaciones más importantes de la estadística consiste en estimar un parámetro poblacional utilizando un valor muestral. O dicho de otro modo: utilizar un número que resume una muestra para ayudarte a estimar el número correspondiente que resume a toda la población (anteriormente en este mismo capítulo he puesto las definiciones de parámetro y estadístico). En cada una de las siguientes preguntas estás buscando un parámetro poblacional:

- ✓ ¿Cuáles son los ingresos medios por unidad familiar en Azerbaiyán? (Población=todas las unidades familiares de Azerbaiyán; parámetro=ingresos medios por unidad familiar.)
- ✓ ¿Qué porcentaje de europeos vieron este año la ceremonia de entrega de los Oscar? (Población=todos los europeos; parámetro=porcentaje que vieron este año la ceremonia de entrega de los Oscar.)
- ✓ ¿Cuál es la esperanza media de vida de un bebé que nazca hoy? (Población=todos los bebés que nazcan hoy; parámetro=esperanza media de vida.)

- ✓ ¿Qué eficacia tiene este nuevo medicamento para los adultos con alzhéimer? (Población=todas las personas que padezcan alzhéimer; parámetro=porcentaje de esas personas que experimenten alguna mejoría al tomar ese medicamento.)

Es imposible conocer esos parámetros con exactitud; cada uno de ellos requiere una estimación basada en una muestra. Primero se toma una muestra aleatoria de una población (pongamos una muestra de 1.000 unidades familiares de Azerbaiyán) y a continuación se encuentra el estadístico muestral correspondiente (los ingresos medios por unidad familiar de la muestra). Como sabes que los resultados varían para cada muestra, tienes que añadir un “más/menos algo” a los resultados de la muestra si quieres extraer conclusiones sobre toda la población (todas las unidades familiares de Azerbaiyán). Este “más/menos” que añades al estadístico muestral para estimar un parámetro es el margen de error.

Cuando coges un estadístico de la muestra (por ejemplo la media muestral o un porcentaje muestral) y sumas/restas un margen de error, obtienes lo que en estadística se llama *intervalo de confianza*. Un intervalo de confianza representa un intervalo de valores probables para el parámetro poblacional, a partir del estadístico muestral. Por ejemplo, pongamos que todos los días tardas una media de treinta y cinco minutos en ir de casa al trabajo, con un margen de error de más/menos cinco minutos. Puedes estimar que el tiempo medio que tardas en llegar al trabajo está comprendido entre treinta y cuarenta minutos. Esta estimación es un intervalo de confianza.



Algunos intervalos de confianza son mayores que otros (y cuanto mayor sea, peor, porque la precisión será menor). Existen varios factores que influyen en la amplitud de un intervalo de confianza, por ejemplo el tamaño de la muestra, el grado de variabilidad de la población estudiada y la confianza que quieres tener en los resultados (la mayoría de los investigadores se contentan con tener un 95% de confianza en sus resultados). En el capítulo 13 encontrarás más factores que influyen en los intervalos de confianza, así como instrucciones para calcular e interpretar intervalos de confianza.

Contrastes de hipótesis

Es probable que en tu devenir diario con números y estadísticas no te hayas tropezado nunca con el término *contraste de hipótesis*. Sin embargo, puedo asegurarte que los contrastes de hipótesis tienen una gran influencia en tu vida personal y profesional, simplemente por el papel tan importante que desempeñan en

la industria, la medicina, la agricultura, el gobierno y muchos otros ámbitos. Cada vez que oyes a alguien decir que su estudio presenta un resultado “estadísticamente significativo” te tropiezas con un contraste de hipótesis (un resultado estadísticamente significativo es uno que difícilmente puede haber ocurrido por casualidad; tienes más información sobre este asunto en el capítulo 14).

Básicamente, un *contraste de hipótesis* es un procedimiento estadístico mediante el cual se recopilan datos de una muestra y se cotejan con una afirmación referida a un parámetro poblacional. Por ejemplo, si una cadena de pizzerías asegura que entrega todas las pizzas en un tiempo máximo de treinta minutos tras recibir el pedido, como media, podrías comprobar si esa afirmación es cierta recopilando una muestra de tiempos de entrega durante un determinado período y determinando el tiempo medio de entrega para esa muestra. Para tomar una decisión también debes tener en cuenta cuánto pueden variar tus resultados de una muestra a otra (lo cual está relacionado con el margen de error).



Puesto que tu decisión se basa en una muestra y no en la población entera, el contraste de hipótesis puede conducirte a veces a una conclusión errónea. Sin embargo, la estadística es todo lo que tienes, y si la utilizas en la forma debida tendrás muchas posibilidades de acertar. En el capítulo 14 encontrarás más información sobre contrastes de hipótesis.

En los estudios científicos se realizan muchos contrastes de hipótesis, incluidas pruebas t (comparan dos medias poblacionales), pruebas t para datos apareados (se examinan las diferencias entre el antes y el después) y pruebas de afirmaciones referidas a proporciones o medias de una o más poblaciones. En el capítulo 15 encontrarás información más concreta sobre estos contrastes de hipótesis.

Valores p

Los contrastes de hipótesis sirven para verificar la validez de una afirmación referida a una población. Esa afirmación que se somete a juicio se llama *hipótesis nula*. La *hipótesis alternativa* es la que creerías si concluyeras que la hipótesis nula está equivocada. Las pruebas de este juicio son los datos y los estadísticos que los acompañan. Todos los contrastes de hipótesis utilizan un valor p para ponderar la solidez de las pruebas (lo que los datos te están diciendo sobre la población). El valor p es un número comprendido entre 0 y 1 que se interpreta de la manera siguiente:

- ✓ Un valor p pequeño (por lo general, $\leq 0,05$) indica una prueba sólida en contra de la hipótesis nula, de manera que puedes rechazar dicha hipótesis.
- ✓ Un valor p grande (por lo general, $> 0,05$) indica una prueba débil en contra de la hipótesis nula, de manera que no rechazas dicha hipótesis.
- ✓ Los valores p muy próximos al valor límite ($0,05$) se consideran marginales (cabén ambas posibilidades). Debes indicar siempre el valor p para que quienes lean tus resultados puedan extraer sus propias conclusiones.

Por ejemplo, imagina que una pizzería dice que entrega las pizzas en treinta minutos o menos, en promedio, pero tú crees que tardan más. Realizas un contraste de hipótesis porque crees que la hipótesis nula H_0 (según la cual el tiempo medio de entrega es de treinta minutos como máximo) es incorrecta. Tu hipótesis alternativa (H_a) es que el tiempo medio de entrega es superior a treinta minutos. Tomas una muestra aleatoria de varios tiempos de entrega y sometes los datos al contraste de hipótesis, y el valor p resulta ser $0,001$, muy por debajo de $0,05$. Concluyes que la pizzería está equivocada; el tiempo de entrega de las pizzas supera los treinta minutos en promedio y quieres saber qué piensan hacer al respecto (naturalmente, también podrías haberte equivocado por haber incluido en tu muestra por puro azar un número inusualmente alto de pizzas entregadas con retraso, pero eso no se lo creen ni los de la pizzería). En el capítulo 14 encontrarás más información sobre los valores p .

Significación estadística

Cuando se recopilan datos para realizar un contraste de hipótesis, el investigador generalmente busca algo que se salga de lo normal (por desgracia, las investigaciones que se limitan a confirmar algo que ya era conocido no generan titulares). Los estadísticos utilizan los contrastes de hipótesis (ver el capítulo 14) para medir cuánto se sale de lo normal un determinado resultado. Para ello, consideran que un resultado es *estadísticamente significativo* cuando existe una probabilidad muy pequeña de que haya ocurrido por mero azar, y proporcionan un número llamado valor p para reflejar dicha probabilidad. (Los valores p se tratan en el apartado anterior.)

Por ejemplo, si se comprueba que un fármaco es más eficaz que el tratamiento actual para el cáncer de mama, los investigadores dicen que el nuevo fármaco supone una mejora estadísticamente significativa en la tasa de supervivencia de las pacientes con cáncer de mama. Esto significa que, a partir de los datos obtenidos, la diferencia entre los resultados generales de las pacientes que tomaron el nuevo fármaco y los resultados de las que tomaron el tratamiento anterior es tan grande que sería muy difícil decir que obedece a una simple coincidencia. De todos modos,

ándate con cuidado: no puedes decir que esos resultados sean aplicables a todas las personas ni de igual modo a todas las personas. En el capítulo 14 trato más a fondo la cuestión de la significación estadística.



Cuando oigas decir que los resultados de un estudio son estadísticamente significativos, no des por sentado que esos resultados son importantes. *Estadísticamente significativo* significa que los resultados se salen de lo normal, pero eso no siempre significa que sean importantes. Por ejemplo, ¿te emocionarías mucho descubrir que los gatos mueven la cola más a

menudo cuando están tumbados al sol que cuando están a la sombra, y que esos resultados son estadísticamente significativos? ¡Ese resultado no le importa siquiera al gato, y mucho menos a ti!

A veces los estadísticos llegan a la conclusión equivocada sobre la hipótesis nula porque la muestra no representa a la población (aunque eso ocurra por casualidad). Por ejemplo, un efecto positivo experimentado por una muestra de personas que hayan tomado un nuevo tratamiento puede haberse debido a un golpe de suerte; o siguiendo el ejemplo del apartado anterior, es posible que la pizzería sí entregue las pizzas a tiempo y tú, por mala suerte, hayas elegido una muestra de pizzas entregadas con retraso. No obstante, lo bonito de la investigación es que, en cuanto alguien lanza un comunicado de prensa diciendo que ha descubierto algo significativo, todo el mundo intenta reproducir esos resultados, y, si no es posible reproducirlos, probablemente sea porque los resultados originales eran incorrectos por alguna razón (puede incluso que por puro azar). Por desgracia, los comunicados de prensa que anuncian “avances revolucionarios” tienen mucha repercusión en los medios, mientras que los estudios posteriores que refutan esos resultados casi nunca aparecen en portada.



No te apresures a tomar decisiones por haber obtenido un resultado estadísticamente significativo. En ciencia, un estudio aislado, por extraordinario que sea, generalmente no tiene tanto valor como un conjunto de pruebas acumuladas a lo largo de mucho tiempo, junto con varios estudios de seguimiento bien diseñados. Cuando te hablen de algún logro extraordinario, acéptalo con reservas y espera a que salgan a la luz nuevas investigaciones antes de utilizar la información de un único estudio para tomar decisiones importantes que afecten a tu vida. Puede que los resultados no puedan reproducirse o que, incluso en tal caso, no puedas saber si son aplicables a todo el mundo.

Correlación y causalidad



De todos los equívocos que pueden ocurrir en el campo de la estadística, el que quizá resulta más problemático es el mal uso de los conceptos de correlación y causalidad.

La *correlación*, como término estadístico, es la medida en que dos variables numéricas presentan una relación lineal (es decir, una relación que aumenta o disminuye a un ritmo constante). Aquí tienes tres ejemplos de variables correlacionadas:

- ✓ El número de chirridos que emite un grillo en un minuto está estrechamente relacionado con la temperatura: cuando hace frío, el grillo canta menos veces, y a medida que aumenta la temperatura canta con una frecuencia cada vez mayor. En términos estadísticos, decimos que el número de chirridos y la temperatura presentan una fuerte correlación positiva.
- ✓ Se ha encontrado una relación entre el número de delitos (por habitante) y el número de policías en una determinada zona. Cuando hay más policías patrullando en la zona, tiende a haber menos delitos y viceversa, cuando hay menos policías presentes en la zona, generalmente se cometen más delitos. En términos estadísticos decimos que el número de policías y el número de delitos presentan una fuerte correlación negativa.
- ✓ El consumo de helado (litros por persona) y el número de homicidios en Nueva York presentan una correlación positiva. Es decir, a medida que aumentan las ventas de helado por habitante, aumenta también el número de homicidios. ¡Por extraño que parezca, es cierto!

Pero la correlación como estadístico no puede explicar por qué existe una relación entre dos variables x e y ; tan sólo nos dice que existe.

La *causalidad* va un paso más allá que la correlación y significa que un cambio en el valor de la variable x causará un cambio en el valor de la variable y . Este paso adelante se da más veces de las debidas en las investigaciones, en los medios de comunicación y en el consumo público de resultados estadísticos. Por ejemplo, no puedes decir que el consumo de helado causa un incremento en la tasa de homicidios sólo porque ambas cosas estén correlacionadas. De hecho, el estudio mostraba que la temperatura presenta una correlación positiva con las ventas de

helado y también con los homicidios. (En el capítulo 18 profundizo sobre la correlación y la causalidad.) ¿Cuándo puedes decir que existe una relación de causalidad? El caso más claro es cuando se lleva a cabo un experimento bien diseñado que descarta otros factores que podrían estar relacionados con los resultados. (En el capítulo 17 encontrarás información sobre experimentos que revelan una relación causa-efecto.)



Es posible que al observar una correlación sientas el deseo de anunciar una relación causa-efecto; los investigadores, los medios y el público en general lo hacen continuamente. Sin embargo, antes de extraer ninguna conclusión averigua cómo se han recopilado los datos y espera a ver si otros investigadores logran reproducir los resultados (es lo primero que intentan cuando ven que un resultado “revolucionario” de un colega se convierte en noticia de portada).