

Medición de la dispersión o variación en una distribución de puntuaciones

RESUMEN DEL CAPÍTULO

Introducción	136	¿Por qué se llama desviación “estándar”?	148
El rango	138	Puntuaciones estandarizadas (puntuaciones Z)	148
Limitaciones del rango: situaciones en las que reportarlo solo puede conducir a errores	139	La desviación estándar y la distribución normal	150
La desviación estándar	139	Presentación tabular de resultados	153
Pensamiento proporcional y lineal sobre la desviación estándar	140	Insensatez y falacias estadísticas: ¿qué indica cuando la desviación estándar es más grande que la media?	154
Limitaciones de la desviación estándar	145		
La desviación estándar como parte integral de la estadística inferencial	147		

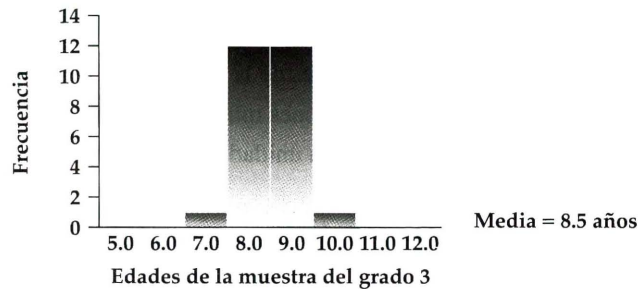
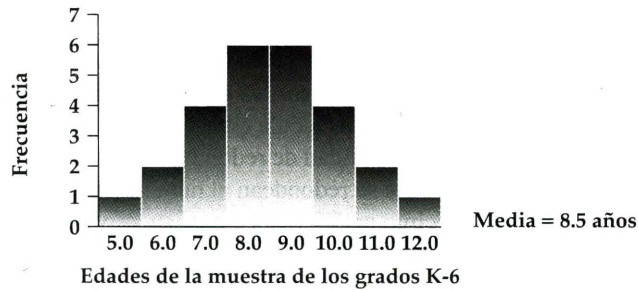
Introducción

Para una variable de intervalo/razón, reportar un estadístico central por sí mismo no es suficiente para comunicar la forma de una distribución de puntuaciones. Dos muestras con las mismas medias pueden tener formas sumamente diferentes. La figura 5-1 presenta dos distribuciones de edades: para una muestra de alumnos de escuela primaria (desde jardín de niños hasta sexto grado, o K-6) y un grupo de tercer grado de otra escuela. La edad media de los alumnos de ambas escuelas es de 8.5 años. En la escuela K-6, sin embargo, los niños tienen entre 5 y 12 años; en el tercer grado de la otra escuela ninguno de los alumnos es menor de 7 años ni mayor de 10 años. Aun cuando estas dos distribuciones de edades tienen la misma tendencia central, sus puntuaciones se dispersan de manera muy diferente, con una mayor dispersión de edades en la escuela K-6.

El tema de este capítulo es la **dispersión**, es decir, *cómo se dispersan las puntuaciones de una variable de intervalo/razón de menor a mayor y la forma de la distribución de éstas*. Existe un número infinito de posibles formas de distribución para una variable con una media dada. Todas las puntuaciones podrían agruparse alrededor de la media con la clara forma de una curva de campana, aunque la curva podría ser de diferentes tamaños según el tamaño de la muestra, o bien, las puntuaciones podrían estar ligeramente o muy sesgadas hacia un lado. Además, una sola variable puede tener dispersiones muy diferentes de

FIGURA 5-1

Comparación de la dispersión de las edades de los alumnos de dos muestras con las mismas medias



una población a otra. Por ejemplo, el ingreso familiar anual de residentes en Estados Unidos varía desde cero hasta decenas de millones de dólares, mientras que el ingreso familiar de los pobres que viven en proyectos habitacionales va de cero a unos pocos miles de dólares.

Dispersión Forma en que se dispersan las puntuaciones de una variable de intervalo/razón de menor a mayor y la forma de la distribución entre éstas.

Los **estadísticos de dispersión** describen cómo se dispersan las puntuaciones de una variable de intervalo/razón a lo largo de su distribución. Los estadísticos de dispersión permiten descripciones precisas de la frecuencia de casos en cualquier punto de una distribución. Por ejemplo, si el gobierno federal decide aumentar los impuestos para los "ricos", empleando estadísticos de dispersión podemos identificar el nivel de ingresos del 5 por ciento más ricos de todas las familias del país. Del mismo modo, si un programa de asistencia social se planea para cubrir sólo 10 000 familias de la ciudad, podemos establecer qué nivel de ingreso familiar satisface los requisitos para recibir la asistencia. Estudiar la dispersión es como ir y venir en un paseo por el eje X de un histograma y observar dónde se concentran los casos. ¿La mayor parte de los casos caen alrededor de la media o están cargados hacia algún lado? ¿Cuántos casos caen entre dos puntos? ¿Qué valor de la variable se lleva el 10 por ciento de los casos? Los dos estadísticos de dispersión que más se emplean son el rango y la desviación estándar.

Estadísticos de dispersión Son estadísticos que describen cómo se dispersan las puntuaciones de una variable de intervalo/razón a lo largo de su distribución.

El rango

El **rango** es una expresión de cómo las puntuaciones de una variable de intervalo/razón se distribuyen de menor a mayor, es decir, es la distancia entre las puntuaciones mínima y máxima de una muestra. Se calcula como la diferencia entre las puntuaciones máxima y mínima, más el valor de la unidad de redondeo. El valor de la unidad de redondeo (1, por ejemplo, si las puntuaciones se redondean al número entero más cercano, 0.1 si las puntuaciones se redondean al décimo más cercano, y así sucesivamente) se suma para considerar el límite real inferior de la puntuación más baja y el límite real superior de la puntuación más alta.

Cálculo del rango de una variable X de intervalo/razón

1. Ordena las puntuaciones de la distribución de menor a mayor.
2. Identifica las puntuaciones mínima y máxima.
3. Identifica el valor de la unidad de redondeo (véase el apéndice A como repaso).
4. Calcula el rango:

Rango = (puntuación máxima – puntuación mínima) + valor de la unidad de redondeo

El rango Es una expresión de la forma en que las puntuaciones de una variable de intervalo/razón se distribuyen de menor a mayor.

Calculemos el rango en un ejemplo. Supongamos que X = edad (redondeada al año más cercano) y tenemos la siguiente distribución de puntuaciones:

21, 23, 43, 26, 20, 21, 25

Empieza por ordenar las puntuaciones:

20, 21, 21, 23, 25, 26, 43

Identifica las puntuaciones mínima y máxima de 20 y 43, respectivamente, y distingue que la unidad de redondeo es 1.

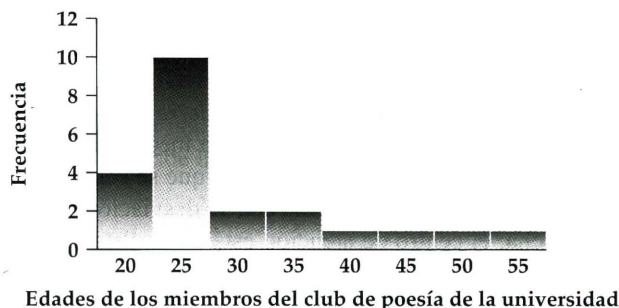
Calcula el rango:

$$\begin{aligned} \text{Rango} &= (\text{puntuación máxima} - \text{puntuación mínima}) + \text{valor de la unidad de redondeo} \\ &= (43 - 20) + 1 = 24 \text{ años} \end{aligned}$$

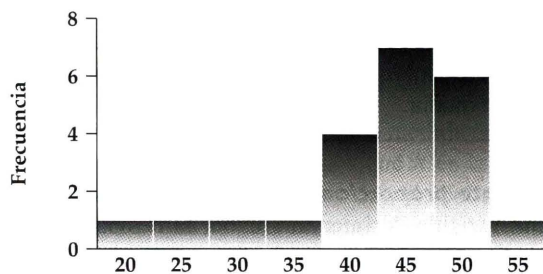
Como resultado del redondeo, el individuo que reportó 20 podría tener 19.5 años; y el de 43 años podría tener 43.5 años. El rango de 24 años es la distancia entre estos límites reales menor y mayor de las puntuaciones, es decir, 43.5 años – 19.5 años = 24 años.

FIGURA 5-2

Comparación de dos distribuciones con formas diferentes que tienen el mismo rango



Edades de los miembros del club de poesía de la universidad



Edades de los miembros del club de poesía de la comunidad

A veces resulta más informativo reportar las puntuaciones mínima y máxima por sí mismas, señalando que estas edades varían desde 20 hasta 43. De esta manera, indirectamente indicamos que en la muestra no hay menores de 20 años ni mayores de 43 años de edad.

Limitaciones del rango: situaciones en las que reportarlo solo puede conducir a errores

Puesto que el rango utiliza las puntuaciones más extremas de una distribución, un valor aislado inflará enormemente su cálculo. Esto sucedió para las siete edades indicadas anteriormente. Los 43 años hicieron que el rango pareciera estar extendido por encima de los 24 años. Reportar esto daría la impresión de que la muestra tiene un número considerable de sujetos de 30 y 40 años. Un reporte más exacto estipularía que, con excepción del estudiante de 43 años, las edades tenían un rango de 7 años ($26 - 20 + 1 = 7$ años). Omitir el valor aislado e indicarlo como excepción es una forma razonable de ajustar esta limitación del rango.

El rango también está limitado por su estrecho alcance informativo. No nos dice nada sobre la forma de la distribución entre las puntuaciones extremas. Por ejemplo, las dos distribuciones descritas en la figura 5-2 tienen el mismo rango, lo que sugiere formas similares, pero de hecho sus formas son radicalmente diferentes. Por último, hay poco que pueda hacerse matemáticamente con el rango. En suma, el rango tiene utilidad limitada, en especial cuando se reporta solo.

La desviación estándar

La desviación estándar es otra medida sumaria de la dispersión o variación de las puntuaciones de una distribución. Este estadístico de dispersión es muy diferente del rango. Al concentrarse en los extremos de la distribución, el rango se aproxima a la dispersión desde

“fuera” o desde los extremos de la distribución. Observar el rango es como ver un juego de baloncesto desde lo alto de las tribunas; la cancha parece encajonada por los tableros de cada extremo. En contraste, la **desviación estándar** describe la forma en que las puntuaciones de una variable de intervalo/razón se dispersan a lo largo de la distribución en relación con la puntuación media. La media es un estadístico de tendencia central y como tal proporciona un punto de enfoque que se centra “dentro” de la distribución. Observar la dispersión a partir de la media con su desviación estándar es como mirar desde el centro de la cancha; el centro de atención está en la distancia del centro de la cancha a otros puntos en cualquier dirección. Al igual que la media, la desviación estándar es muy apropiada con variables de intervalo/razón.

La desviación estándar Describe la forma en que las puntuaciones de una variable de intervalo/razón se dispersan por la distribución en relación con la puntuación media.

Pensamiento proporcional y lineal sobre la desviación estándar

Para una variable de intervalo/razón, la desviación estándar se calcula determinando qué tan alejada está cada puntuación de la media, es decir, cuánto *se desvía* de la media. En este sentido, la desviación estándar es una derivada (o producto) de la media, y las dos medidas siempre se reportan juntas. De hecho, la frase “la media y la desviación estándar” es una de las más empleadas por los estadísticos. La desviación estándar, como una medida sumaria de todas las puntuaciones de una distribución, nos dice con qué amplitud se agrupan las puntuaciones alrededor de la media. Como brevemente lo analizaremos, la desviación estándar también es útil en conjunción con la curva normal.

La siguiente es la fórmula para calcular la desviación estándar:

Cálculo de la desviación estándar

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

donde

s_X = desviación estándar para la variable X de intervalo/razón

\bar{X} (= media de X)

n = tamaño muestral

Merece la pena seguir un método de paso a paso al cálculo de la desviación estándar. Esto elimina el misterio de la fórmula (con sus símbolos de Σ , cuadrado y raíz cuadrada) y nos ayuda a apreciar que la desviación estándar es parte esencial de la curva normal.

Identifica especificaciones Comenzamos por identificar la información dada.

Especificación: X = una variable de intervalo/razón, n = tamaño muestral, y una distribución de puntuaciones en bruto para X .

Calcula la media Calculamos la media porque la desviación estándar está diseñada para medir la dispersión alrededor de la media.

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Calcula las puntuaciones de desviación: pensamiento lineal A continuación determinamos qué tan alejada está la puntuación de cada individuo respecto a la media. La diferencia entre una puntuación y su media se llama **puntuación de desviación**, es decir, *cuánto difiere o se “desvía” de la media una puntuación individual*:

$$X - \bar{X} = \text{puntuación de desviación para un valor de } X$$

Considere una puntuación de desviación como una medida de distancia en el eje X . ¿Qué nos dice la puntuación de desviación? Supongamos que X es la variable *peso*, y el peso medio es de 138 libras para una muestra de jugadoras de voleibol de la Universidad de Elmstown. La jugadora estrella, Sandra “Mil Amores” Carson, pesa 173 libras; ésta es su puntuación en bruto o “puntuación X ”. Su puntuación de desviación es 35 libras:

$$\text{Puntuación de desviación} = X - \bar{X} = 173 - 138 = 35 \text{ libras}$$

La puntuación de desviación nos dice dos cosas sobre una puntuación de la distribución: (1) la cantidad o distancia a la que la puntuación X se aleja de la media y (2) la dirección de la puntuación X : si está abajo o arriba de la media. Cuando una puntuación X es mayor que la media, la puntuación de desviación resultará un valor positivo, como el de Sandra, lo cual significa que la puntuación X se encuentra a la derecha de una curva de distribución. Cuando una puntuación X es menor que la media, la puntuación de desviación resultará negativa, lo que significa que la puntuación X queda a la izquierda de la media. La puntuación de desviación de Sandra de +35 libras nos indica que ella está 35 libras *por encima* del peso medio del equipo.

Puntuación de desviación Indica cuánto es que una puntuación individual difiere o “se desvía” de la media.

La puntuación de desviación es el cálculo matemático central para determinar la desviación estándar. Como una medida breve para toda la muestra, la desviación estándar es una suma y promedio del cuadrado de estas puntuaciones de desviación, como en los pasos siguientes.

Suma las puntuaciones de desviación El siguiente paso para calcular la desviación estándar es sumar las puntuaciones de desviación. Esta suma siempre será igual a cero (dentro del error de redondeo):

$$\sum (X - \bar{X}) = 0 = \text{suma de las puntuaciones de desviación}$$

La suma de las puntuaciones de desviación es una verificación respecto a la exactitud de los cálculos, porque la suma de las puntuaciones de desviación *siempre* será igual a cero (den-

tro del error de redondeo). En el capítulo 4 vimos la forma en que la media es un punto de equilibrio en la distribución. Lo que hace la media es balancear las desviaciones, para que se cancelen entre sí y resulten en una suma de puntuaciones de desviación igual a cero. De hecho, otra definición matemática de la **media** es *aquel punto en una distribución donde las puntuaciones de desviación suman cero*.

Eleva al cuadrado las puntuaciones de desviación y suma los cuadrados La dispersión de una variable a menudo se compara para dos o más muestras. El hecho de sumar las puntuaciones de desviación no detectará una diferencia en la dispersión entre dos muestras, porque la suma para ambas será cero. Esto potencialmente nos deja en un callejón sin salida. Si las puntuaciones de una muestra se dispersan ampliamente y si las de la otra lo hacen de manera estrecha, ¿qué beneficio implica informar que ambas tienen una suma de puntuaciones de desviación de cero? ¡Ninguno! Por consiguiente, al comparar dos muestras, debemos encontrar una manera de sumar las puntuaciones de desviación para que la suma sea más grande para una muestra con una dispersión mayor. La solución más útil consiste en elevar al cuadrado cada puntuación de desviación y después sumar los cuadrados. Al elevar al cuadrado se eliminan los signos negativos en las puntuaciones de desviación. La *suma de las puntuaciones de desviación al cuadrado* es la **variación** (a menudo se denomina **suma de cuadrados**), *un estadístico que resume las desviaciones para toda la muestra*:

$$\Sigma (X - \bar{X})^2 = \text{la variación (o "suma de cuadrados")}$$

La variación o suma de cuadrados Es la suma de las puntuaciones de desviación al cuadrado; un estadístico que resume las desviaciones para la muestra entera.

Divide la suma de cuadrados entre $n - 1$ para ajustar el tamaño y el error de la muestra: pensamiento proporcional La suma de cuadrados, o variación, constituye una buena medida de la dispersión de una distribución, pero este estadístico presenta dos problemas. Primero, supongamos que deseamos comparar las distribuciones de dos muestras de tamaños diferentes. Por ejemplo, podemos comparar las distribuciones de los promedios para muestras de estudiantes de la Crosstown University ($n = 88$) y de la universidad local ($n = 104$). Cuando sumamos los cuadrados para cada muestra, podría suceder que obtuviéramos una suma más alta para la universidad estatal, simplemente porque sumamos más números, 104 casos en lugar de sólo 88. Cada puntuación X añade cierta cantidad al cálculo. En otras palabras, todo lo demás es igual, y cuanto más observaciones existan, mayor será la suma de cuadrados. Para realizar una comparación equilibrada de dos muestras de tamaño diferente, entonces, necesitamos ajustar el número de observaciones en cada muestra dividiendo cada uno entre su tamaño muestra (n). Esto nos da la variación promedio (la media de la suma de cuadrados) en cada muestra. De esta forma ajustamos la suma de cuadrados en proporción al número de casos en la muestra.

Una segunda consideración respecto al tamaño de la muestra es que incluirá el error de muestreo; cuanto mayor sea la muestra, menor será el error de muestreo. Los estadistas han determinado que si restamos 1 de n , este pequeño ajuste produce un estadístico de la muestra que estima con mayor precisión el parámetro de la población. Dicho en otras palabras, si restamos 1 del tamaño de la muestra, realizamos un ajuste para el error de muestreo. (Considera

que con muestras grandes este ajuste tendría poco efecto en el cálculo, mientras que con muestras pequeñas tendría un gran efecto.)

En resumen, dividimos la variación (suma de cuadrados) entre $n - 1$ para compensar tanto los efectos del tamaño muestral de la suma como el error de muestreo. El resultado se llama **varianza**, y su símbolo es s_x^2 :

$$s_x^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1} = \text{varianza de una muestra}$$

La **varianza** es la *variación promedio de las puntuaciones en una distribución*. Para evitar confundir la varianza y la variación nota el sonido acentuado en “varianza” y advierte que n está en su denominador. (Finalmente, debemos hacer notar que si la desviación estándar se calcula para las puntuaciones de una población entera el error de muestreo no constituirá un problema. Por consiguiente, no necesitamos restar 1 de n para obtener la variación de una población, que se simbolizaría como σ_x^2 .)

La varianza Es la variación promedio de las puntuaciones en una distribución (es decir, la media de la suma de cuadrados).

Saca la raíz cuadrada de la varianza para obtener la desviación estándar Para producir una buena medida de dispersión se requiere un último paso. La varianza es perfectamente aceptable para cálculos, pero no se interpreta de manera directa porque las unidades de medida están elevadas al cuadrado. Así, podríamos calcular la varianza de peso para el equipo de fútbol de la universidad local, y encontraríamos que es de 1 391.45 libras cuadradas. Bien, ¿qué es una “libra cuadrada”? Es una libra multiplicada por una libra, pero excepto quizás un matemático ¿quién sabe lo que realmente significa? Necesitamos una unidad de medida directamente interpretable, libras en lugar de libras al cuadrado. Para “regresar” a libras, sacamos la raíz cuadrada de la varianza. (La raíz cuadrada de una unidad de medida al cuadrado es la unidad de medida en sí.) El resultado es la desviación estándar:

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

En el caso del peso del equipo local la desviación estándar sería 37.30 libras:

$$\begin{aligned} s_x &= \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{s_x^2} \\ &= \sqrt{1\,391.45} = 37.30 \text{ libras} \end{aligned}$$

Los elementos de la ecuación de la desviación estándar —es decir, las puntuaciones de desviación, la suma de los cuadrados o variación y la varianza— son importantes por sí mismos. Estos elementos aparecen por sí mismos en numerosas fórmulas estadísticas (véase,

por ejemplo, el capítulo 12). Los pasos para calcular la desviación estándar se resumen en la tabla 5-1, que el lector encontrará sumamente útil en capítulos posteriores.

Es buena práctica elaborar una hoja de trabajo para estos cálculos. La tabla 5-2 presenta una hoja de trabajo para calcular la desviación estándar de los pesos de 12 de los 98 jugadores del equipo de fútbol de Crosstown.

Para calcular las puntuaciones de desviación, $X - \bar{X}$, calculamos la media y restamos cada puntuación de ella para obtener la tercera columna de la hoja de cálculo:

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n} = \frac{2\,856}{12} = 238 \text{ libras}$$

TABLA 5-1 Para comprender la desviación estándar por medio de su cálculo

Pasos en el cálculo de la desviación estándar	Lo que obtiene el paso
1. Identifica las especificaciones.	1. X debe ser una variable de intervalo/razón.
2. Calcula la media: $\bar{X} = \frac{\Sigma X}{n}$	2. Porque la desviación estándar está basada en las desviaciones desde la media.
3. Calcula las puntuaciones de desviación: $X - \bar{X}$	3. Para determinar la distancia de cada puntuación desde la media.
4. Suma las puntuaciones de desviación: $\Sigma (X - \bar{X})$	4. Asegúrate de que $\Sigma (X - \bar{X}) = 0$
5. Eleva al cuadrado las puntuaciones de desviación y súmalas para obtener la variación de la suma de cuadrados: $\text{Variación} = \Sigma (X - \bar{X})^2$	5. Las puntuaciones de desviación se elevan al cuadrado para eliminar signos negativos y obtener una suma diferente de cero.
6. Calcula la varianza: $s_x^2 = \frac{\Sigma (X - \bar{X})^2}{n - 1}$	6. Divide entre $n - 1$ la suma de cuadrados para ajustar el tamaño muestral y el error de redondeo.
7. Calcula la desviación estándar, s_x : $s_x = \sqrt{\frac{\Sigma (X - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{s_x^2}$	7. Toma la raíz cuadrada de la varianza para obtener directamente unidades de medida que se puedan interpretar (unidades en lugar de unidades al cuadrado).

TABLA 5-2 | Hoja de trabajo para calcular la desviación estándar: peso de jugadores de fútbol de Crosstown ($n = 12$)

Especificaciones		Cálculos	
(1) Jugador	(2) X	(3) $X - \bar{X}$	(4) $(X - \bar{X})^2$
1	165	-73	5 329
2	200	-38	1 444
3	216	-22	484
4	217	-21	441
5	226	-12	144
6	236	-2	4
7	239	1	1
8	244	6	36
9	261	23	529
10	268	30	900
11	283	45	2 025
12	301	63	3 969
$n = 12$	$\Sigma X = 2\ 856$ libras	$\Sigma(X - \bar{X}) = 0$	$\Sigma(X - \bar{X})^2 = 15\ 306$ libras al cuadrado

Por último, elevamos al cuadrado las puntuaciones de desviación de la columna 3 para obtener la columna 4. La suma de la columna 4 de la tabla 5-2 y el tamaño de la muestra n son todo lo que necesitamos para calcular la desviación estándar:

$$s_x = \sqrt{\frac{\Sigma(X - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{15\ 306}{11}} = \sqrt{1\ 391.45} = 37.30 \text{ libras}$$

Limitaciones de la desviación estándar

Como la desviación estándar se calcula a partir de la media, al igual que ésta se infla por los valores extremos. Éstos generan puntuaciones con grandes desviaciones. Cuando se elevan al cuadrado, estas grandes desviaciones, ya sean positivas o negativas, producen un alto resultado positivo e inflado. Así, la desviación estándar puede ser muy confusa cuando se reporta para una distribución sesgada, en la que pocas puntuaciones se extienden en una dirección. Para convencerse del efecto de las puntuaciones extremas tanto en la media como en la desviación estándar, completa la hoja de cálculo de la tabla 5-2; pero agrega los dos casos siguientes para obtener una nueva muestra con $n = 14$: el jugador 13 que pesa 115 libras y el jugador 14 que pesa 125 libras. A continuación compara las respuestas de las muestras original y nueva.

Para calcular el rango y la desviación estándar

Problema: calcula el rango, media y desviación estándar de los impuestos de gasolina cobrados por 10 estados seleccionados del oeste de Estados Unidos. Estos estados y sus impuestos se presentan en la tabla 5-3, donde X = impuesto de gasolina por galón.

TABLA 5-3 | Impuestos estatales a la gasolina en estados seleccionados del oeste en mayo de 1996.

Especificaciones		Cálculos	
Estado	Impuesto (¢) por galón X	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$
Nuevo México	17	-4.7	22.09
California	18	-3.7	13.69
Arizona	18	-3.7	13.69
Utah	19	-2.7	7.29
Colorado	22	0.3	0.09
Washington	23	1.3	1.69
Nevada	23	1.3	1.69
Oregón	24	2.3	5.29
Idaho	25	3.3	10.89
Montana	28	6.3	39.69
$\Sigma X = 217¢$		$\Sigma(X - \bar{X})^2 = 116.10¢$ al cuadrado	
$n = 10$		$\Sigma(X - \bar{X}) = 0$	

Fuente: Tarifas de impuestos de <http://www.api.org/news/596sttax.htm>. Copyright© 1996 por American Petroleum Institute. Reimpreso con permiso del Instituto.

1. Asegúrate de que la variable sea de nivel de medición de intervalo/razón (como en el caso de los impuestos a la gasolina).
2. Organiza los datos en una hoja de cálculo con puntuaciones ordenadas de menor a mayor y con los siguientes encabezados de columna:

Caso	X	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$
------	-----	---------------	-------------------

donde "Caso" = número o nombre del caso,

X = puntuación observada, sin elaborar, de la variable de intervalo/razón,

$X - \bar{X}$ = puntuación de desviación,

$(X - \bar{X})^2$ = cuadrado de la puntuación de desviación.

3. Calcula el rango. Con estas puntuaciones ordenadas, vemos que la puntuación mínima es 17 centavos y la máxima es 28 centavos. Nuestra unidad de redondeo es un número entero.

$$\begin{aligned}\text{Rango} &= (\text{puntuación máxima} - \text{puntuación mínima}) + \text{valor de unidad de redondeo} \\ &= (28 - 17) + 1 = 12\text{¢}\end{aligned}$$

4. Calcula la media.

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{217}{10} = 21.7\text{¢}$$

5. A partir de la media, resta cada una de las puntuaciones en bruto (X) para obtener su puntuación de desviación. Suma las puntuaciones de desviación para asegurarte de que totalicen cero (dentro del error de redondeo).
6. Resta cada una de las puntuaciones de desviación y suma los cuadrados.
7. Calcula la desviación estándar:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{116.10}{9}} = 3.59\text{¢}$$

La desviación estándar como parte integral de la estadística inferencial

Las características de la media y de la desviación estándar las hacen muy útiles para alcanzar un sentido de proporción respecto de las variables individuales que se estudian. La desviación estándar y las puntuaciones de desviación, a partir de las cuales se calculan, también son esenciales para examinar las relaciones entre dos variables. El foco de la estadística inferencial consiste en desarrollar una comprensión de por qué las puntuaciones individuales de una variable dependiente se desvían de su media.

Supongamos, por ejemplo, que estamos estudiando el abuso en el consumo de alcohol. Para una muestra de bebedores adultos, encontramos que la media del consumo de bebidas alcohólicas es de 4.3 galones por año. Gary consumió 7.3 galones el último año, 3 galones arriba de la media. Sam consumió sólo 1 galón, 3.3 galones abajo de la media. ¿Qué sucede con estas desviaciones alta y baja? Quizá podríamos generar hipótesis acerca de algunas variables predictoras (independientes) que creamos que estén relacionadas con esta variable dependiente. Por ejemplo, la hipótesis del consumo a la hora de la comida podría explicar, en parte, la puntuación de desviación positiva de Gary, los bebedores de familias que consumen vino con sus alimentos tienen un consumo de alcohol medio más alto. Existe también la hipótesis del bebedor social, la cual podría explicar, en parte, la puntuación de desviación negativa de Sam, los bebedores que sólo consumen alcohol en reuniones sociales tienen un consumo de alcohol medio más bajo.

Para una muestra completa, nuestro interés radica en explicar la variación, la suma de puntuaciones de desviación al cuadrado. Las puntuaciones de desviación, la variación y la desviación estándar simplemente son medidas de diferencias en las puntuaciones para una

variable entre los sujetos de una población. ¿Es más alta la cantidad media de consumo de alcohol anual para las personas de ciertas regiones, entre diferentes edades o grupos religiosos o entre sexos? Las respuestas a tales preguntas dependen de las propiedades matemáticas de la media, la desviación estándar y la curva normal.

¿Por qué se llama desviación “estándar”?

La desviación estándar recibe su nombre por el hecho de que proporciona una *unidad de medida común* (un estándar) para comparar variables con *unidades observadas de medida* muy diferentes. Por ejemplo, imagine que Mary Smith y Jason Jones solicitan una beca con base en su desempeño en los exámenes de admisión a la universidad. Mary contestó la prueba académica de la universidad (ACT) y obtuvo 26 puntos ACT. Jason hizo lo propio con la prueba de admisión Stanford (SAT) y obtuvo 900 puntos SAT. Estos dos resultados de las pruebas tienen unidades de medida muy diferentes: los puntos de la prueba ACT van de cero a 36; y los de la prueba SAT, de 200 a 1 600. Las puntuaciones en bruto para las dos pruebas no pueden compararse directamente, pero con el uso de las medidas y las desviaciones estándar para ambas pruebas podemos crear una manera para compararlas. Con los siguientes estadísticos, encontramos que, en comparación con otros aspirantes que contestan las pruebas, Mary obtuvo la puntuación más alta:

$$\begin{array}{lll} X = \text{puntuación de la prueba ACT} & \bar{X} = 22 \text{ puntos ACT} & s_x = 2 \text{ puntos ACT} \\ Y = \text{puntuación de la prueba SAT} & \bar{Y} = 1\,000 \text{ puntos SAT} & s_y = 100 \text{ puntos SAT} \end{array}$$

La puntuación de ACT de 26 que obtuvo Mary tiene una desviación estándar de 2 arriba de la media de aquellos que toman la prueba ACT, es decir, su puntuación está 4 puntos ACT, esto es, 2 por 2 desviaciones estándar sobre el promedio de 22. La puntuación de Jason es de 1 desviación estándar abajo de la media de aquellos que contrastan la prueba SAT, es decir, su puntuación está 100 puntos SAT, 1 desviación estándar abajo del promedio de 1 000. Sin lugar a dudas podemos otorgarle la beca a Mary. Utilizando las desviaciones estándar como unidades de medida en lugar de “puntos de prueba ACT” y de “puntos de prueba SAT”, tenemos una norma común o estándar para ambas variables, de ahí el nombre de *desviación estándar*. ¿Quién te dijo que no podías comparar peras con manzanas?

Puntuaciones estandarizadas (puntuaciones Z)

El ejemplo anterior ilustra el hecho de que la puntuación de un sujeto de la investigación en cualquier variable de intervalo/razón puede expresarse de diversas maneras. Primero, lo expresamos en sus unidades de medida observadas, originales, como una **puntuación en bruto**. Por ejemplo, la puntuación en bruto X de Mary es 26 puntos ACT. Segundo, lo expresamos como una *desviación de la media*, es decir, la puntuación de desviación $(X - \bar{X})$; la puntuación de desviación de Mary es +4 y significa que ella obtuvo 4 puntos ACT arriba de la media de aquellos que tomaron el ACT. Tercero, expresamos su puntuación como un *número de desviaciones estándar de la media* de la puntuación ACT. Llamamos a esto su **puntuación estandarizada** (o **puntuación Z**), que para la variable X se calcula como sigue:

Cálculo de puntuaciones estandarizadas (puntuaciones Z)

$$Z_x = \frac{X - \bar{X}}{s_x}$$

donde

Z_x = puntuación estandarizada para un valor de X
 = número de desviaciones estándar que una puntuación en bruto (puntuación X) se desvía de la media

X = una variable de intervalo/razón

\bar{X} = la media de X

s_x = la desviación estándar de X

Si hacemos que la puntuación $X = \text{ACT}$ con $\bar{X} = 22$ puntos ACT y $s_x = 2$ puntos ACT, la puntuación Z de Mary es

$$Z_x = \frac{X - \bar{X}}{s_x} = \frac{26 - 22}{2} = \frac{4}{2} = 2.00 \text{ SD}$$

donde SD significa “desviaciones estándar”. Una puntuación Z es la distancia de una puntuación X hacia la media (es decir, su puntuación de desviación) dividida entre la desviación estándar de las distancias.

Una clave para tener claras estas tres maneras de expresar la puntuación consiste en enfocarse en las unidades de medida. Las puntuaciones en bruto y las puntuaciones de desviación para una variable se presentan en la unidad de medida original observada, que, por supuesto, es definida por una variable. Por ejemplo, la unidad de medida observada para edad es años; para peso, libras o kilogramos; para altura, pulgadas o centímetros; y así sucesivamente. Pero cualquiera que sea la unidad de medida de una variable, sus puntuaciones Z se miden en SD. La tabla 5-4 resume estas distinciones.

Aquí aparecen algunos ejemplos de una muestra aleatoria de mujeres estudiantes en la universidad local:

1. Donde $X = \text{peso}$, $\bar{X} = 120$ libras, $s_x = 10$ libras:

Caso	$X(\text{peso})$	$X - \bar{X}(\text{puntuación de desviación})$	$Z_x(\text{puntuación estandarizada})$
Cheryl Jones	110 libras	-10 libras	-1 SD
Jennifer Smith	125 libras	5 libras	.5 SD
Terri Barnett	107 libras	-13 libras	-1.3 SD

2. Donde $Y = \text{estatura}$, $\bar{Y} = 65$ pulgadas, $s_y = 3$ pulgadas:

Caso	$Y(\text{estatura})$	$Y - \bar{Y}(\text{puntuación de desviación})$	$Z_y(\text{puntuación estandarizada})$
Cheryl Jones	64 pulgadas	-1 pulgada	-.33 SD
Jennifer Smith	65 pulgadas	0 pulgada	0 SD
Terri Barnett	68 pulgadas	3 pulgada	1 SD

TABLA 5-4 | Diferentes formas en las que pueden presentarse puntuaciones de una variable

Forma de puntuación para una variable y su símbolo	Unidades de medida de la variable	Ejemplo: X = estatura
Puntuación en bruto (puntuación X): X	Unidad de medida de la variable	Pulgadas
Puntuación de desviación = $X - \bar{X}$	Unidad de medida de la variable	Pulgadas
Puntuación estandarizada (Z_x) o "puntuación Z":	Desviaciones estándar de la variable (SD)	SD

$$Z_x = \frac{X - \bar{X}}{s_x}$$

Recuerda que las puntuaciones de desviación y las puntuaciones Z son medidas de la distancia desde la puntuación en bruto de la variable hasta su media. La puntuación de desviación se obtiene restando la media de la puntuación en bruto (es decir, $X - \bar{X}$). Al dividir esta puntuación de desviación entre la desviación estándar, cortamos esta puntuación de desviación en las partes y múltiplos de las desviaciones estándar desde la media. Recuerda que después de calcular la media, calcular las puntuaciones de desviación es lo siguiente que hacemos cuando calculamos la desviación estándar. La esencia de la desviación estándar está en ver una puntuación en bruto individual como una desviación desde la media.

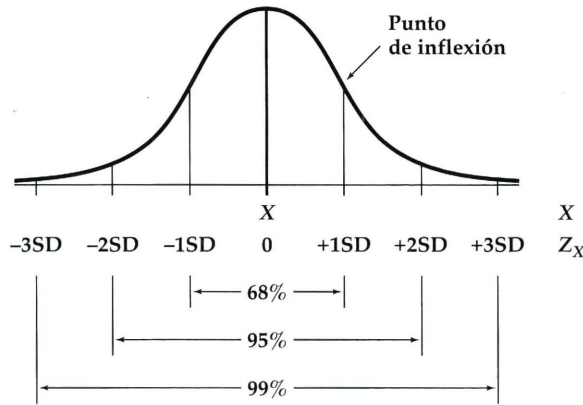
Para obtener un buen sentido de proporción sobre las fórmulas para las puntuaciones de desviación y las puntuaciones Z, examinemos las relaciones entre los tamaños de las puntuaciones en bruto, las puntuaciones de desviación y las puntuaciones Z. Primero, cuanto más lejana de la media esté una puntuación X mayores serán su puntuación de desviación y su puntuación Z. Primero, cuanto más lejana de la media esté una puntuación X mayores serán su puntuación de desviación y su puntuación Z. Es más, el signo de cualquier puntuación de desviación y puntuación Z indica la **dirección de una puntuación**: *ya sea que la observación caiga arriba de la media (la dirección positiva) o debajo de la media (la dirección negativa)*. El signo “-” (signo menos) indica que una puntuación en bruto está debajo de la media; el signo “+” (signo más), que está implícito, no escrito, indica que está encima de la media. En los ejemplos anteriores Cheryl y Terri están abajo del promedio en peso, y Terri está arriba del promedio en estatura. De hecho, a partir de estas puntuaciones Z podemos decir que Terri es una persona alta, delgada más de 1 SD abajo en peso, pero 1 SD arriba en estatura. Jennifer tiene estatura media; así, su puntuación de desviación y su puntuación Z para Y son cero: ella no se desvía de la estatura media.

Puesto que usaremos puntuaciones Z o medidas similares de desviación en cada capítulo en el resto del texto, es prudente practicar cómo calcular puntuaciones de desviación y puntuaciones Z, así como estudiar las direcciones (signos) de esas puntuaciones. Se recomienda una doble verificación. Si una puntuación en bruto queda debajo de la media, su desviación y sus puntuaciones Z son negativas. También debes tener presente que las puntuaciones Z son simplemente otra manera de expresar puntuaciones en bruto. Cada puntuación en bruto tiene una puntuación Z correspondiente, y viceversa.

La desviación estándar y la distribución normal

Además de proporcionar un estándar de comparación entre variables y muestras diferentes, bajo condiciones apropiadas la media y la desviación estándar ofrecen gran riqueza de información. Éste es el caso cuando una variable tiene una distribución de puntuaciones que es normal, formada como la curva de distribución normal. Como lo definimos en el capítulo 4, una distribución normal es simétrica, con su media, mediana y moda iguales entre sí y

FIGURA 5-3
Relación entre la desviación estándar y la curva normal



localizadas en el centro de la curva. Sin embargo, la simetría o equilibrio en la curva no es toda la imagen. La curva normal también tiene una forma de campana inconfundible, que no es muy plana ni demasiado puntiaguda. Muchas variables se distribuyen normalmente (por ejemplo, la estatura, peso e inteligencia). Cualquiera que sea la variable que se examine, si está normalmente distribuida tendrá las propiedades de una curva normal.

Lo que hace que una desviación estándar sea una herramienta estadística tan valiosa es que es una parte matemática de la curva normal. Cuando se sigue la curva desde su centro (es decir, su pico) en cualquier dirección, la curva cambia de forma para aproximarse al eje X . Desde el pico, el punto en el que la curva empieza a desplazarse hacia fuera es 1 desviación estándar desde la media. Este punto recibe el nombre de **punto de inflexión** y se destaca en la figura 5-3. Esto indica que la media y la desviación estándar son aspectos matemáticos de un fenómeno natural: la tendencia a que una distribución normal en forma de campana se presente para numerosos eventos naturales.

Comprender el fenómeno de normalidad es un aspecto importante de la imaginación estadística. Muchos fenómenos que ocurren naturalmente tienen distribuciones de frecuencias en forma de campana como la curva normal. La curva normal ilustra el hecho de que cuando nos desviamos más allá de la media esperamos encontrar cada vez menos casos. Para muchas variables, existe un promedio alrededor del cual cae la mayoría de las puntuaciones, y cuando nos alejamos de este promedio, las frecuencias del caso disminuyen. Por ejemplo, la estatura física se distribuye normalmente; la mayoría de las personas están cerca del promedio, con unas cuantas personas muy altas o muy bajas.

Uno de los rasgos más sobresalientes del fenómeno de normalidad, que ocurre naturalmente, es que ofrece predicciones precisas sobre cuántas puntuaciones de una población caen dentro de cualquier rango de puntuaciones. Como se ilustró en la figura 5-3, *para cualquier variable normalmente distribuida*:

1. Cincuenta por ciento de las puntuaciones caen encima de la media; 50 por ciento, debajo. Esto se debe al hecho de que la mediana es igual a la media.
2. Prácticamente todas las puntuaciones caen dentro de 3 desviaciones estándar a partir de la media en ambas direcciones. Ésta es una distancia de 3 puntuaciones Z abajo de 3 puntuaciones Z arriba de la media, una amplitud total de 6 desviaciones estándar. La cantidad precisa es 99.7 por ciento. El restante 0.3 por ciento de casos (es decir, 3 casos de cada 1 000) caen fuera de 3 desviaciones estándar y, teóricamente, la curva se extien-

de hacia el infinito en ambas direcciones. (Prácticamente hablando, las puntuaciones para algunas variables, como el peso corporal, tienen límites finitos.)

3. Cerca del 95 por ciento de las puntuaciones de una variable normalmente distribuida caen dentro de una distancia de 2 desviaciones estándar en ambas direcciones de la media. Esto es más menos 2 puntuaciones Z de la media.
4. Alrededor de 68 por ciento de las puntuaciones de una variable normalmente distribuida caen dentro de una distancia de 1 desviación estándar (más menos 1 puntuación Z) en ambas direcciones de la media.

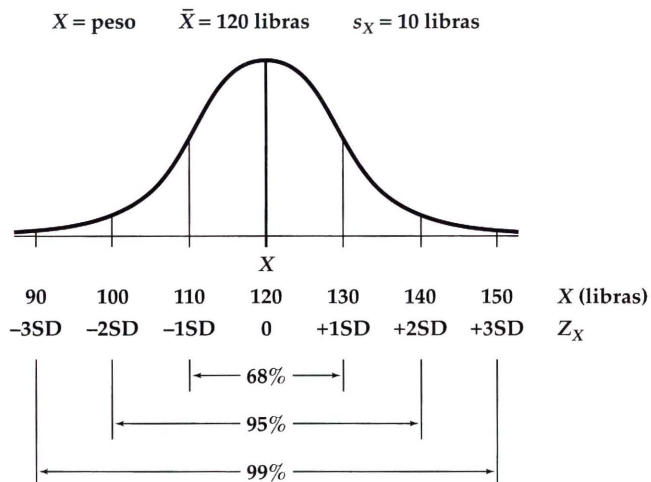
Recuerda que la distribución normal tiene características muy predecibles. *Si una variable se distribuye en esta peculiar forma de campana*, podemos utilizar los estadísticos de la muestra y lo que sabemos respecto de la curva normal para estimar cuántas puntuaciones en una población caen dentro de cierto rango.

Para ilustrar la utilidad de la curva normal, sigamos nuestro ejemplo: una muestra de mujeres estudiantes de la Universidad Crosstown, donde X = peso, el peso medio es de 120 libras y $s_x = 10$ libras. Primero, necesitamos asegurarnos de que la distribución de las puntuaciones es, de hecho, normal, es decir que tenga forma de campana. Esto podría hacerse elaborando un histograma de las puntuaciones de una muestra (no se ilustra). Si la forma de este gráfico se aproxima a la de una campana, suponemos que esta variable no sólo está normalmente distribuida en la muestra sino también en la población. Nos referimos a este hecho como “suponiendo normalidad”. (La forma de un histograma de la muestra puede ser ligeramente fuera de lo normal como resultado del error muestral.) Como se grafica en la figura 5-4, suponiendo normalidad, podemos hacer las siguientes estimaciones de los pesos de la población de mujeres estudiantes de la Universidad Crosstown.

1. La mitad de estas estudiantes pesa más de 120 libras.
2. Cerca del 68 por ciento de las mujeres estudiantes de la Universidad Crosstown pesan entre 110 y 130 libras.

FIGURA 5-4

Uso de la curva normal para estimar la distribución de peso (X) en mujeres estudiantes de la Universidad Crosstown



3. Alrededor del 95 por ciento de las mujeres estudiantes de la universidad local pesan entre 100 y 140 libras.
4. Muy pocas pesan menos de 90 libras o más de 150 libras.

Recuerda, una puntuación Z simplemente es otra forma de expresar una puntuación en bruto (es decir, la puntuación X para una observación individual). Si Susana pesa 110 libras, ella está 1 SD debajo del peso medio y tiene una puntuación Z de -1.00 SD.

Presentación tabular de resultados

En artículos de investigación, una tabla básica de estadística descriptiva es la que lista todas las variables y sus medias y desviaciones estándar. La tabla 5-5 presenta una tabla de estadística descriptiva de un estudio del bienestar psicológico de personas sin hogar en dos puntos en el tiempo.

TABLA 5-5 | Estadísticos descriptivos para síntomas psicológicos, satisfacción con la vida y autoestima.

Subescalas	Tratamiento 1		Tratamiento 2	
	M	SD	M	SD
Síntomas psicológicos				
Enojo	4.17	0.80	4.14	0.85
Ansiedad	3.97	0.79	3.97	0.80
Depresión	3.60	0.76	3.68	0.77
Manía	3.59	0.87	3.68	0.90
Psicosis	4.51	0.72	4.52	0.72
Satisfacción con la vida				
Vestido	4.33	1.59	4.49	1.60
Alimento	4.79	1.53	4.98	1.42
Salud	4.81	1.38	4.77	1.41
Vivienda	4.37	1.49	4.51	1.54
Diversión	3.74	1.53	3.84	1.56
Dinero	2.98	1.57	3.19	1.67
Social	4.42	1.44	4.51	1.79
Autoestima				
Estima 1	3.21	0.85	3.24	0.84
Estima 2	3.36	0.87	3.28	0.85

Nota: $n = 298$. Puntuaciones más altas reflejan mayor bienestar subjetivo.

Fuente: Modificado de Marshall y otros, 1996: 49. Reimpreso con permiso de la American Sociological Association.

Insensatez y falacias estadísticas: ¿qué indica cuando la desviación estándar es más grande que la media?

Como vimos en el capítulo 4, la media es susceptible de distorsión por la presencia de puntuaciones extremas, valores extremos y distribuciones sesgadas. Debido a que se basa en desviaciones desde la media, la desviación estándar es susceptible al mismo problema. La distorsión está determinada por el hecho de que las puntuaciones de desviación están elevadas al cuadrado.

Un tipo común de distribución sesgada es un sesgo positivo (o a la derecha), en el que la mayoría de las personas tienen bajas puntuaciones, pero algunas tienen puntuaciones altas. Por ejemplo, “estancias en el hospital”, o el número de veces que una muestra aleatoria de personas de más de 65 años hayan estado en el hospital el año pasado, es un sesgo a la derecha. Casi todas las personas registrarán cero en la estancia; algunas, uno; otras reportarán dos; y pocas personas muy enfermas anotarán estancias frecuentes. Este tipo de distribución se presenta en la tabla 5-6.

TABLA 5-6 | Distribución sesgada de estancias en el hospital, durante el último año, entre personas mayores de 65 años (datos ficticios)

Especificaciones		Cálculos	
(1) Caso	(2) X	(3) $X - \bar{X}$	(4) $(X - \bar{X})^2$
1	0	-2.41	5.81
2	0	-2.41	5.81
3	0	-2.41	5.81
4	0	-2.41	5.81
5	0	-2.41	5.81
6	0	-2.41	5.81
7	0	-2.41	5.81
8	0	-2.41	5.81
9	1	-1.41	1.99
10	1	-1.41	1.99
11	1	-1.41	1.99
12	2	-0.41	0.17
13	2	-0.41	0.17
14	5	2.59	6.71
15	9	6.59	43.43
16	10	7.59	57.61
17	10	7.59	57.61
$n = 17$		$\Sigma X = 41$ veces	$\Sigma(X - \bar{X})^2 = 218.15$ veces
		$\Sigma(X - \bar{X}) = 0.03^*$	

*No totalizó cero debido al error de redondeo.

Incluso sin un histograma, los valores relativos de la media y de la desviación estándar para esta distribución proporcionan una señal de que la distribución está sesgada. Estos estadísticos se calculan como sigue:

X = estancias en el hospital = durante el último año, el número de veces que una persona ingresa en un hospital y pasa ahí por lo menos una noche

$$\bar{X} = 2.41 \text{ veces} \quad s_x = 3.69 \text{ veces} \quad n = 17 \text{ casos}$$

Observa que la desviación estándar es mayor que la media, lo cual sugiere que una o más puntuaciones extremas inflaron la media y la desviación estándar. Además, desde el momento en que se elevan al cuadrado los números de la desviación estándar, unas cuantas puntuaciones extremas pueden hacer “explotar” su valor. Toma nota, por ejemplo, de la enorme contribución a la suma de cuadrados que los tres casos más grandes hicieron con sus estancias de 9, 10 y 10 veces.

¿Por qué una desviación estándar más grande que la media indica un sesgo? Recuerda que si una distribución no está sesgada (es decir, tiene una forma normal de campana), su rango tendrá una amplitud de entre 4 y 6 desviaciones estándar. Cuando la curva se traza, la amplitud de 2 o 3 desviaciones estándar se ajustará en cada lado de la media. Si el límite inferior de las puntuaciones X de una variable es cero, por lo menos la distancia de 2 desviaciones estándar debería ajustarse entre una puntuación X de cero y la media. Cuando la desviación estándar es mayor que la media, como en el caso de las estancias en el hospital, ni una sola amplitud de la desviación estándar puede lograr este ajuste. Otra forma de explicarlo es que la desviación estándar debería ser alrededor de la mitad del tamaño de la media, o menos.

Dos reglas generales se aplican a los tamaños relativos de la media y de la desviación estándar:

1. Si la desviación estándar es más grande que la media, esto probablemente indica un sesgo, es decir, la presencia de valores extremos u otra peculiaridad en la forma de la distribución, por ejemplo una distribución bimodal.
2. Si la desviación estándar no es de la mitad del tamaño de la media o menos, debe tenerse cuidado al examinar la distribución para analizar la posible existencia de sesgos o valores extremos.

Como veremos en capítulos posteriores, cuando una variable sesgada está correlacionada con otras variables, los resultados pueden ser erróneos (capítulo 14). En tales casos, deben realizarse ajustes a los estadísticos para evitar tales errores.

RESUMEN

1. La dispersión se refiere a la forma en que las puntuaciones de una variable de intervalo/razón se dispersan, desde la menor hasta la mayor, y a la forma de la distribución entre ellas. Los estadísticos de dispersión miden esta diseminación.
2. Los estadísticos de dispersión que más se utilizan son el *rango* y la *desviación estándar*.
3. El rango es una expresión de la forma en que las puntuaciones de una variable de intervalo/razón se distribuyen de la menor a la mayor. Es la distancia entre las puntuaciones mínima y máxima de una muestra.

4. El rango tiene limitaciones. Es afectado en gran medida por valores extremos. Además tiene un estrecho alcance de información. Indica el ancho de una distribución de puntuaciones, pero no nos dice nada acerca de cómo es que las puntuaciones se dispersan entre las puntuaciones máxima y mínima.
5. La desviación estándar describe el modo en que las puntuaciones de una variable de intervalo/razón se dispersan a lo largo de la distribución, en relación con la puntuación media. La desviación estándar se calcula al determinar qué tan alejada está cada puntuación respecto a la media, es decir, cuánto “se desvía” de la media. Entonces, la desviación estándar está basada en puntuaciones de desviación.
6. La desviación estándar tiene limitaciones. Los valores extremos la inflan en gran medida. Puede ser errónea si la distribución de puntuaciones es sesgada.
7. La desviación estándar indica una unidad estándar de comparación, es decir, una unidad común de medida para comparar variables con unidades de medida muy diferentes. Las puntuaciones estandarizadas (puntuaciones Z) expresan una puntuación en bruto como un número de desviaciones estándar (SD) a partir de la puntuación media. Dos variables con diferentes unidades de medida pueden compararse si ambas están estandarizadas al calcular las puntuaciones Z .
8. La dirección de una puntuación Z está determinada por su signo. Una puntuación Z positiva se presenta cuando una puntuación en bruto es mayor que la media; una puntuación Z negativa ocurre cuando una puntuación en bruto es menor que la media.
9. Hay tres formas de expresar el valor de cualquier puntuación de una variable de intervalo/razón:
 - a) Como una *puntuación en bruto*, el valor observado de X en su unidad de medida original (por ejemplo, pulgadas o libras).
 - b) Como una *puntuación de desviación*, la diferencia entre la media y una puntuación en bruto. Las puntuaciones de desviación también se expresan en la unidad de medida original de la variable.
 - c) Como *puntuación Z* (es decir, la *puntuación estandarizada*), la diferencia entre la media y la puntuación en bruto, pero expresada como un número de desviaciones estándar (SD).
10. La desviación estándar es una parte matemática de la curva normal. Es la distancia en el eje X de la media a la puntuación directamente bajo el punto de inflexión de la curva.
11. Si una variable está normalmente distribuida, podemos usar estadísticos muestrales y lo que sabemos acerca de la curva normal para estimar cuántas puntuaciones de una población caen dentro de cierto rango. a) 50% de las puntuaciones caen arriba de la media y 50% caen abajo. b) Prácticamente todas las puntuaciones (99.7%) caen a no más de tres desviaciones estándar de la media en ambas direcciones. c) Alrededor del 95% de las puntuaciones caen a no más de dos desviaciones estándar de la media en ambas direcciones. d) Alrededor del 68% de las puntuaciones de una variable normalmente distribuida caen a no más de 1 desviación estándar de la media en ambas direcciones.
12. Si la desviación estándar es mayor que la media, la distribución de puntuaciones *no puede* tener forma normal. Es probable que un histograma de la variable deje ver un sesgo o una distribución de puntuaciones de forma extraña.

EXTENSIONES DEL CAPÍTULO EN EL SITIO WEB THE STATISTICAL IMAGINATION

Las extensiones del capítulo 3 del material de texto disponibles en el sitio web *The Statistical Imagination*, en www.mhhe.com/ritchey2, incluyen la forma en que una estimación de la desviación estándar basada en el rango puede usarse para detectar si una distribución de puntuaciones está sesgada.

FÓRMULAS PARA EL CAPÍTULO 5

Organiza una hoja de cálculo con casos en orden:

Especificaciones		Cálculos	
(1) Caso	(2) X	(3) $X - \bar{X}$	(4) $(X - \bar{X})^2$
•	•
•	•
•	•
$\Sigma X = \dots$		$\Sigma(X - \bar{X})^2 = \dots$	
$n = \dots$		$\Sigma(X - \bar{X}) = 0$	

Cálculo del rango:

1. Ordena las puntuaciones de la distribución de menor a mayor.
2. Identifica las puntuaciones mínima y máxima.
3. Identifica el valor de la unidad de redondeo (véase apéndice A).
4. Calcula el rango:

$$\text{Rango} = (\text{puntuación máxima} - \text{puntuación mínima}) + \text{valor de unidad de redondeo}$$

Cálculo de la desviación estándar:

1. Empieza por calcular la media de X y completar una hoja de cálculo semejante a la de la tabla 5-2.
2. Calcula la desviación estándar:

Trabajando con una hoja de cálculo

$$s_X = \sqrt{\frac{\Sigma(X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Calculando puntuaciones estandarizadas (puntuaciones Z):

$$Z_X = \frac{X - \bar{X}}{s_X}$$

PREGUNTAS PARA EL CAPÍTULO 5

1. Los estadísticos de dispersión se calculan ¿sólo en variables de qué niveles de medición?
2. Tanto el rango como la desviación estándar son medidas de la dispersión de las puntuaciones en una distribución. Explica las diferencias en perspectiva entre estos dos estadísticos.
3. ¿Qué efecto tiene una puntuación extrema o valor aislado sobre el cálculo del rango?
4. La desviación estándar se “deriva” de la media. ¿Qué significa esto?
5. Al calcular el rango, el valor de la unidad de redondeo de la variable se suma a la diferencia entre las puntuaciones máxima y mínima. ¿Por qué se suma el valor de la unidad de redondeo?
6. Al calcular la desviación estándar, ¿por qué es necesario elevar al cuadrado las puntuaciones de desviación?
7. Al calcular la desviación estándar para datos de una muestra, ¿por qué debemos dividir entre $n - 1$?
8. Al calcular la desviación estándar, ¿por qué se requiere sacar la raíz cuadrada?
9. ¿Cuál es la relación matemática entre la varianza y la desviación estándar?
10. Menciona otro nombre para la variación.
11. ¿Cuál es el significado de la palabra *estándar* en el término *desviación estándar*?
12. Una expresión de qué tan lejos está una puntuación en bruto de la media de una distribución, en las unidades de medida originales de la variable X , se llama una puntuación _____.
13. Una expresión de qué tan lejos está una puntuación en bruto de la media de una distribución, en unidades de medida de desviaciones estándar (SD), se llama una puntuación _____.
14. ¿Cuáles son las propiedades de una distribución normal?
15. En una distribución normal, ¿qué porcentaje de puntuaciones caen aproximadamente dentro de 1 desviación estándar de la media en ambas direcciones?, ¿y dentro de 2 desviaciones estándar de la media en ambas direcciones?, ¿y dentro de 3 desviaciones estándar de la media en ambas direcciones?
16. En una distribución normal ¿qué porcentaje exacto de puntuaciones caen sobre la media? ¿Qué estadístico de tendencia central, además de la media, explica este fenómeno?
17. En una distribución normal la curva alcanza su máximo en el valor de la media. ¿Qué estadístico de tendencia central, además de la media, justifica este fenómeno?
18. Si una puntuación en bruto cae debajo de la media en una distribución, el signo de la puntuación Z , ¿será positivo o negativo? Ilustra tu respuesta utilizando la fórmula para calcular una puntuación Z .
19. En cualquier distribución de puntuaciones de intervalo/razón hay una puntuación en la cual las desviaciones de ésta suman cero. ¿Qué estadístico de tendencia central se localiza en ese punto?
20. Para su grupo de edad Charles está 1 desviación estándar debajo de la estatura media, pero 1.5 desviaciones estándar arriba del peso medio. Describe su complexión corporal general.

21. Daniel está 3 desviaciones estándar arriba de la media en términos de su coeficiente intelectual (CI). Describe su intelecto general.
22. Explica por qué es probable que una distribución no sea normal cuando la desviación estándar es más grande que la media.

EJERCICIOS PARA EL CAPÍTULO 5

Conjunto de ejercicios 5A

- 5A-1.** Utiliza la fórmula de la desviación estándar para completar los espacios en blanco de la tabla siguiente. La tabla presenta cálculos en variables de intervalo/razón para diferentes muestras de tamaño n .

Suma de cuadrados	n	Varianza	Desviación estándar
11 828.52	88	135.96	_____
3 120.00	21	_____	_____
893.49	_____	30.81	_____
_____	347	124.65	11.16

- 5A-2.** Hughes y Waite (2002) estudiaron las condiciones de vida y salud en los años tardíos de la edad media del ciclo vital. Supongamos que la siguiente es una serie de edades del estudio que realizaron estos investigadores: 74, 81, 83, 77, 76, 79, 79.
- a) Organiza una hoja de cálculo con casos ordenados con $X =$ edad.
 - b) Calcula la edad media, mediana y modal.
 - c) Calcula el rango de las edades.
 - d) Calcula la desviación estándar de las edades.
- 5A-3.** Hoff (2003) examinó las vidas laborales de médicos empleados por organizaciones de conservación de la salud (OCS). Supongamos que los datos siguientes describen la carga diaria de pacientes (es decir, el número de pacientes revisados por día) de siete médicos de las OCS: 8, 7, 11, 4, 5, 13, 7.
- a) Organiza una hoja de cálculo con casos ordenados con $Y =$ número de pacientes revisados por día.
 - b) Calcula la media, mediana y modal de las cargas de pacientes para este grupo de siete médicos.
 - c) Calcula el rango de pacientes revisados por día.
 - d) Calcula la desviación estándar.
- 5A-4.** Takao y otros (2003) examinaron la relación entre grupo ocupacional y actividad física entre empleados japoneses. Supongamos que los datos siguientes representan una muestra de puntuaciones en una escala que mide las posiciones de individuos

dentro de la jerarquía ocupacional japonesa: 27, 26, 28, 30, 31, 29, 27, 31, 29. Los datos X = puntuación de escala de grupo ocupacional.

- Organiza los datos usando un formato de hoja de cálculo con las puntuaciones de X ordenadas.
- Calcula la media y desviación estándar.

5A-5. Es semana de regreso a casa y están ocurriendo locuras en el *campus*. Una de estas locuras es una carrera a pie entre el club femenino de estudiantes. Una muestra aleatoria de hermanas que corren, prendas de garantía y alumnas produce las edades siguientes: 19, 18, 20, 19, 29, 18, 20, 18, 22, 21. Los datos X = edad.

- Organiza los datos usando un formato de hoja de cálculo con las puntuaciones de X ordenadas.
- Calcula la media y desviación estándar.
- ¿Hay algo peculiar en esta distribución? Ajústalo al recalcular los estadísticos.
- Comenta sobre las diferencias entre los estadísticos original y ajustado.

5A-6. Ellickson y cols. (2003) examinaron la conducta de fumar en adolescentes y la subsecuente conducta después de fumar. Supongamos que los siguientes datos son de una muestra de fumadores de 16 a 20 años de edad.

Y = número de cigarrillos fumados por día.

\bar{Y} = 15 cigarrillos s_y = 5 cigarrillos

- Completa las columnas de la tabla siguiente. Asegúrate de especificar las unidades de medida.
- ¿Quién destaca como fumador?

Caso	Y (cigarrillos por día)	Y - \bar{Y} (desviación estándar)	Z _Y (puntuación estandarizada)
Bob Smith	17		
Spencer Byrd	30		
Sonya Turnham	4		
Chuck Martin	20		

5A-7. Ferraro y Yu (1995) estudiaron la relación entre el peso corporal y la autoestima en cuanto a salud. Supongamos que te dan los siguientes breves estadísticos acerca del peso obtenido en este estudio.

X = peso \bar{X} = 169 libras s_x = 18 libras

- Traza la curva normal y ubica estos pesos en ésta.
- La tabla siguiente incluye datos para unas pocas de las observaciones. Completa la columna central al estimar cada una de las Z_x visuales (es decir, con sólo observar X en la curva).
- Para cada puntuación X , calcula la puntuación Z exacta e insértala en la columna de la derecha. (Demuestra la fórmula y cálculo para X = 128 libras.)

X (libras)	Estimación visual de puntuación Z (SD)	Puntuación Z calculada (SD)
169		
128		
192		
177		
151		
109		

Conjunto de problemas 5B

5B-1. Usa la fórmula para la desviación estándar para completar los espacios en blanco de la tabla siguiente. La tabla presenta cálculos sobre variables de intervalo/razón de diferentes muestras de tamaño n .

Suma de cuadrados	n	Varianza	Desviación estándar
38.76	7	_____	_____
347 295.92	1041	_____	18.27
_____	91	40.89	_____
5865.04	_____	17.56	_____

- 5B-2.** Goesling (2001) examinó el fenómeno de la desigualdad de ingresos en todo el mundo, tanto dentro como entre las naciones. Supongamos que lo siguiente es una muestra de ingresos mensuales de residentes de Estados Unidos: \$2 347; \$2 434; \$1 636; \$1 963; \$2 358; \$1 968; \$2 683.
- Organiza una hoja de cálculo con los casos en orden con X = ingreso mensual.
 - Calcula el ingreso mensual medio, mediano y modal.
 - Calcula el rango.
 - Calcula la desviación estándar.
- 5B-3.** Wiesner (2003) examinó relaciones recíprocas entre síntomas depresivos y conducta delictiva entre adolescentes hombres y mujeres. Supongamos que las siguientes son las edades de adolescentes comprendidos en este estudio: 10, 8, 9, 11, 12, 9, 13.
- Organiza una hoja de cálculo con los casos en orden con Y = edad.
 - Calcula las edades media, mediana y modal para los adolescentes seleccionados.
 - Calcula el rango de edades.
 - Calcula la desviación estándar.
- 5B-4.** Groome y Soureti (2004) estudiaron la relación entre el desorden de estrés posttraumático y síntomas de ansiedad en niños, después del terremoto de 1999 cerca de Atenas, Grecia. Entre los datos que presentan en su estudio analizan la magnitud de diversos terremotos en la escala Richter ocurridos en el mar Mediterráneo a fines

del siglo veinte: 5.8, 2.4, 2.2, 6.0, 3.1, 2.4, 2.2, 5.8, 2.4. Los datos X = puntos de magnitud en la escala de Richter.

- Organiza los datos usando un formato de hoja de cálculo con puntuaciones X ordenadas.
- Calcula la media y desviación estándar.

5B-5. Betts y Morell (1999) analizaron los efectos de los antecedentes personales (es decir, de familia, de secundaria, recursos, grupo paritario, etc.) sobre el promedio de puntos de calificación de pasantes (GPA). Supongamos que las siguientes fueron puntuaciones GPA para una muestra de estudiantes universitarios pasantes: 3.6, 3.8, 3.6, 3.9, 2.6, 3.8, 3.8, 3.9. Los datos X = GPA.

- Organiza los datos usando un formato de hoja de cálculo con puntuaciones ordenadas.
- Calcula la media y desviación estándar.
- ¿Hay algo peculiar en esta distribución? Ajústalo al recalcular los estadísticos.
- Comenta sobre las diferencias entre los estadísticos original y ajustado.

5B-6. Green y cols. (2001) estudiaron el fenómeno de delitos con violencia y discutieron las dificultades prácticas asociadas con la recolección de datos sobre este fenómeno. No obstante, supongamos que tú has podido asegurar datos confiables acerca de delitos con violencia en Estados Unidos. Los datos Y = porcentaje de delitos con violencia = número de delitos con violencia reportados por 100 000 habitantes cubiertos por agencias periodísticas. Los siguientes son porcentajes para una muestra seleccionada de estados:

$$\bar{Y} = \text{delitos con violencia por 100 000 habitantes}$$

$$s_y = .32 \text{ delitos con violencia por 100 000 habitantes}$$

- Completa las columnas de la tabla siguiente. Asegúrate de especificar las unidades de medida.
- ¿Qué resalta por tener un porcentaje relativamente alto de delitos con violencia?

Estado	Y (porcentaje de delitos con violencia)	$Y - \bar{Y}$ (puntuación de desviación)	Z_y (puntuación estandarizada)
Florida	1.15		
Indiana	1.08		
Iowa	1.02		
Mississippi	.97		
Texas	1.75		

5B-7. Slater y cols. (2003) examinaron la relación entre el contenido violento de medios masivos de comunicación y la conducta agresiva entre adolescentes. Para replicar los resultados obtenidos por estos investigadores, supongamos que llevamos a cabo un análisis de conducta agresiva similar entre muchachos de 13 a 16 años de un centro de detención juvenil. La variable se operacionaliza como el número de actos agresivos, es decir, insultos verbales y amenazas, actos de violencia física y destruc-

ción de propiedades cometidos en la semana previa. Los actos se tabulan al observar videocintas de salas y secciones de recreación, biblioteca, sanitarios y cafetería del centro de detención. Calculamos los estadísticos descriptivos sobre esta variable y obtenemos los siguientes resultados con X = número de actos agresivos:

$$\bar{X} = 16.8 \text{ actos} \quad s_x = 4.4 \text{ actos}$$

- Traza la curva normal y ubica estos actos agresivos en la curva.
- La tabla siguiente incluye información para unas pocas observaciones. Completa la columna central al estimar cada Z_x visual (es decir, con sólo observar X en la curva).
- Para cada puntuación X , calcula la puntuación Z exacta e insértala en la columna derecha. (Muestra la fórmula y cálculo para $X = 9$ actos.)

X (actos agresivos)	Estimación visual de puntuación Z (SD)	Puntuación Z calculada (SD)
9		
12		
19		
26		
3		
14		

Conjunto de problemas 5C

- 5C-1. Usa la fórmula para la desviación estándar para completar los espacios en blanco de la tabla siguiente. La tabla presenta los cálculos para variables de intervalo/razón de diferentes muestras de tamaño n .

Suma de cuadrados	n	Varianza	Desviación estándar
12654.27	97	131.82	_____
2876.54	18	_____	_____
975.46	_____	34.82	_____
_____	526	142.53	_____

- 5C-2. Para los sujetos de investigación en comunidades de bajos ingresos en Kenya, Molyneux y otros (2004) examinaron la comprensión de documentos de un acuerdo informado. Como parte del componente cuantitativo del estudio, supongamos que los siguientes son ingresos de residentes que viven dentro de la zona de investigación de los autores: \$ 627, \$435, \$569, \$615, \$796, \$715, \$615.

- Organiza los datos usando un formato de hoja de cálculo con casos ordenados con X = ingresos.
- Calcula el ingreso medio, mediano y modal.
- Calcula el rango de ingresos.
- Calcula la desviación estándar de ingresos.

- 5C-3.** Siebert (2004) estudió los determinantes de la depresión entre trabajadoras sociales en Carolina del Norte. Supongamos que los datos siguientes representan el número de contactos en la semana pasada para cada trabajadora social de la muestra: 10, 8, 13, 7, 6, 15, 6.
- Organiza una hoja de cálculo con los casos en orden con Y = contactos en la semana pasada.
 - Calcula la media, mediana y moda del número de contactos para la muestra de trabajadoras sociales.
 - Calcula el rango.
 - Calcula la desviación estándar.
- 5C-4.** Roose y cols. (2004) trataron de determinar la eficacia de medicamentos para el tratamiento de síntomas depresivos en pacientes de 75 años de edad o más. Supongamos que los datos siguientes son puntuaciones de la escala de depresión del Centro de Estudios Epidemiológicos (CESD), para un pequeño número de participantes de estudio: 38, 31, 42, 27, 19, 49, 31, 19, 38. Los datos X = puntos de la escala CESD.
- Organiza los datos usando un formato de hoja de cálculo con puntuaciones ordenadas.
 - Calcula la media y desviación estándar.
- 5C-5.** Ebrahim y cols. (2004) estimaron la asociación entre la posición socioeconómica y la incapacidad autorreportada en hombres de edad avanzada. Supongamos que las siguientes son las edades de varios hombres en este estudio: 74, 69, 76, 72, 72, 78, 87, 74, 69, 74. Los datos X = edad.
- Organiza los datos usando un formato de hoja de cálculo con puntuaciones ordenadas.
 - Calcula la media y desviación estándar.
 - ¿Hay algo peculiar en esta distribución? Ajústalo al recalcular los estadísticos.
 - Comenta sobre las diferencias entre los estadísticos original y ajustado.
- 5C-6.** Ramstedt (2004) examinó el consumo de alcohol y la mortalidad relacionada con el alcohol en Canadá. Supongamos que los datos siguientes son de una submuestra de sujetos adictos al alcohol, tomados de la investigación del autor. Los datos Y = número de copas de alcohol ingeridas por día.

$$\bar{Y} = 6 \text{ copas}$$

$$s_y = 2 \text{ copas}$$

- Completa las columnas de la tabla siguiente. Asegúrate de especificar las unidades de medida.
- ¿Quién destaca como el más bebedor?

Sujeto	Y (copas por día)	$Y - \bar{Y}$ (puntuación de desviación)	Z_y (puntuación estandarizada)
Jill Williams	4		
Thomas Wilke	8		
Jason Schmidt	12		
Jenny Pence	7		

5C-7. El índice de masa corporal (IMC) es una medida del nivel saludable de peso que toma en cuenta la estatura de personas. Se calcula en kilogramos de peso por el cuadrado de la estatura. Xiaoxing y Baker (2004) investigaron la relación entre el IMC, la actividad física y el riesgo de ambos en la disminución de la salud general y el funcionamiento físico. Supongamos que te dan los siguientes y breves estadísticos sobre el IMC de este estudio. Los datos X = puntuación IMC.

$$\bar{X} = 31 \text{ kg/m}^2$$

$$s_X = 9 \text{ kg/m}^2$$

- Traza la curva normal y ubica estos índices de masa corporal en la curva.
- La tabla siguiente incluye datos para algunas de las observaciones. Completa la columna central al estimar cada una de las Z_X visuales (es decir, con sólo observar X en la curva).
- Para cada puntuación X , calcula la puntuación Z exacta e insértala en la columna de la derecha. (Muestra la fórmula y cálculo para $X = 11$.)

X (libras)	Estimación visual de puntuación Z (SD)	Puntuación Z calculada (SD)
31		
11		
42		
38		
22		
2		

Conjunto de problemas 5D

5D-1. Usa la fórmula de la desviación estándar para completar los espacios en blanco de la tabla siguiente. La tabla presenta los cálculos sobre variables de intervalo/razón de diferentes muestras de tamaño n .

Suma de cuadrados	n	Varianza	Desviación estándar
29.57	5	_____	_____
426 113.21	1986	_____	14.65
_____	82	35.43	_____
8450.35	_____	22.12	_____

5D-2. Garrouette y cols. (2004) examinaron la relación entre la identidad étnica y la satisfacción entre pacientes indios norteamericanos crónicamente enfermos, en una clí-

nica de la nación Cherokee. Supongamos que la siguiente es una serie de edades del estudio de estos investigadores: 56, 64, 62, 57, 64, 59, 58.

- Organiza una hoja de cálculo con los casos en orden con $X = \text{edad}$.
- Calcula la media, mediana y moda para la edad.
- Calcula el rango de edades.
- Calcula la desviación estándar de las edades.

5D-3. Henning y Feder (2004) compararon las diversas características de hombres y mujeres encarcelados por violencia doméstica. Supongamos que la muestra siguiente representa el número de incidentes informados de violencia doméstica entre los hombres y mujeres incluidos en este estudio: 5, 2, 3, 4, 3, 6, 1.

- Organiza una hoja de cálculo con los casos en orden con $Y = \text{incidentes de violencia doméstica}$.
- Calcula la media, mediana y moda de los incidentes.
- Calcula el rango.
- Calcula la desviación estándar.

5D-4. Tohill y cols. (2004) revisaron la evidencia epidemiológica que evalúa la relación entre consumo de frutas y verduras y el peso corporal. Supongamos que los siguientes son pesos corporales promedio de un pequeño número de participantes: 168, 181, 144, 159, 181, 204, 168, 144, 181. Donde $X = \text{peso corporal (libras)}$.

- Organiza los datos usando un formato de hoja de cálculo con las puntuaciones ordenadas.
- Calcula la media y desviación estándar.

5D-5. Grove y Wasserman (2004) examinaron patrones de ciclos de vida del promedio de puntos de calificaciones (GPA) entre cinco grupos colegiados en una importante universidad privada. Supongamos que las siguientes son una muestra de las GPA colegiadas de varios sujetos de estudio en esta investigación: 3.8, 3.4, 2.4, 3.8, 3.7, 3.4, 3.4, 3.8. Donde $X = \text{GPA}$.

- Organiza los datos usando un formato de hoja de cálculo con las puntuaciones ordenadas.
- Calcula la media y desviación estándar.
- ¿Hay algo peculiar en esta distribución? Ajústalo al recalcular los estadísticos.
- Comenta sobre las diferencias entre los estadísticos original y ajustado.

5D-6. Varano y cols. (2004) exploraron la correlación entre el consumo de drogas y homicidios. Supongamos que los estadísticos siguientes representan los porcentajes de homicidios de las zonas de investigación incluidas en este análisis. Donde $Y = \text{porcentaje de homicidios} = \text{número de homicidios informados por } 100\,000 \text{ habitantes}$.

$$\bar{Y} = 6.59 \text{ homicidios por } 100\,000 \text{ habitantes}$$

$$s_Y = 1.74 \text{ homicidios por } 100\,000 \text{ habitantes}$$

- Completa las columnas de la tabla siguiente. Asegúrate de especificar las unidades de medida.
- ¿Qué zona destaca por tener un porcentaje relativamente alto de homicidios?

Estado	Y (porcentaje de homicidios)	$Y - \bar{Y}$ (puntuación de desviación)	Z_Y (puntuación estandarizada)
Área 1	4.97		
Área 2	8.99		
Área 3	5.99		
Área 4	6.95		
Área 5	6.29		

5D-7. Boardman (2004) evaluó la relación entre la estabilidad residencial y la salud física entre adultos de raza negra y blanca. Parte de la variación en los niveles de salud se debía a diferencias en los niveles de estrés entre vecindarios. Supongamos que te dan los siguientes estadísticos de resumen de una escala empleada para analizar niveles de estrés en vecindarios. Donde X = puntuación en la escala de estrés.

$$\bar{X} = 11.3 \text{ puntos de la escala de estrés}$$

$$s_x = 3.2 \text{ puntos de la escala de estrés}$$

- a) Traza la curva normal para estas puntuaciones de escala de estrés y ubícalas en la curva.
- b) La tabla siguiente incluye datos para algunas de las observaciones. Completa la columna central al estimar cada una de las Z_x visuales (es decir, con sólo observar X en la curva).
- c) Para cada puntuación X , calcula la puntuación Z exacta e insértala en la columna de la derecha. (Demuestra la fórmula y cálculo para $X = 7$ puntos de escala de estrés.)

X (puntos de la escala de estrés)	Estimación visual de puntuación Z (SD)	Puntuación Z calculada (SD)
7		
10		
14		
19		
1		
16		

APLICACIONES OPCIONALES DE COMPUTADORA PARA EL CAPÍTULO 5

En el sitio web www.mhhe.com/ritchey2, en *The Statistical Imagination*, están disponibles ejercicios computarizados opcionales del capítulo. Además, el apéndice D de este texto, *Guide to SPSS for Windows*, contiene instrucciones básicas para calcular estadísticos de dispersión y puntuaciones estandarizadas. Tal como se destaca en este capítulo, la desviación estándar por lo general se reporta con la media. De este modo, estos “estadísticos descriptivos” se encuentran juntos en el software. La media, rango y desviación estadística se pueden calcular desde varios lugares del SPSS y son parte de estadísticos opcionales para numerosos procedimientos estadísticos de prueba, como los de los capítulos 9-12.