

CONTENIDO

Prefacio xvii

1 La imaginación estadística 1

Introducción 1

Pensamiento proporcional 3

La imaginación estadística 8

Enlace de la imaginación estadística con la imaginación sociológica 10

Normas estadísticas y normas sociales 10

Ideales estadísticos y valores sociales 12

Estadísticas y ciencia: herramientas para el pensamiento proporcional 13

Estadísticas descriptiva e inferencial 14

¿Qué es la ciencia? 15

Escepticismo científico e imaginación estadística 16

Concepción de los datos 17

El proceso de investigación 20

Insensatez y falacias estadísticas: El problema de los denominadores pequeños 23

2 Análisis estadístico: manejo y control del error 33

Introducción 34

Control del error de muestreo 35

Estimación estadística cuidadosa contra adivinación o estimación apresurada 38

Error de muestreo y su manejo con la teoría de la probabilidad	39
Control del error de medición	41
Niveles de medición: selección cuidadosa de los procedimientos estadísticos	42
Medición	42
Variables nominales	43
Variables ordinales	44
Variables de intervalo	44
Variables de razón	46
Codificación y conteo de las observaciones	47
Distribuciones de frecuencias	51
Estandarización de distribuciones de puntuaciones	51
Comparación de las frecuencias de dos variables nominales/ordinales	53
Codificación y conteo de datos de intervalo/razón	55
Redondeo de las observaciones de intervalo/razón	56
Los límites reales de puntuaciones redondeadas	56
Distribuciones de frecuencias de proporciones y de porcentajes para variables de intervalo/razón	58
Distribuciones de frecuencias de porcentajes acumulados	58
Percentiles y cuartiles	59
Agrupamiento de datos de intervalo/razón	60
Insensatez y falacias estadísticas: El fracaso para reducir los errores de muestreo y de medición	62
3 Gráficos: una imagen dice más que mil palabras	74
Introducción: presentación ilustrada de datos	75
Lineamientos para graficar	75
Graficación de datos nominales/ordinales	76
Gráficos de pastel	76
Gráficos de barras	79
Pictográficos	80
Representación de variables de intervalo/razón	81
Histogramas	81
Polígonos y gráficos de líneas	83
Histogramas con datos agrupados	85
Polígonos con datos agrupados	85
Representación gráfica de distribuciones de frecuencias acumuladas	87
Ojivas	87
Empleo de gráficos con la estadística inferencial y su aplicación en la investigación	88
Gráficos de caja	89
Insensatez y falacias estadísticas: Distorsión gráfica	91
4 Estimación de promedios	99
Introducción	100
La media	101

Pensamiento proporcional sobre la media	102
Debilidades potenciales de la media: situaciones en las que reportarla sola puede conducir a errores	104
La mediana	105
Debilidades potenciales de la mediana: situaciones en las que reportarla sola puede conducir a errores	107
La moda	108
Debilidades potenciales de la moda: situaciones en las que reportarla sola puede conducir a errores	110
Estadísticos de tendencia central y el nivel apropiado de medición	110
Curvas de distribución de frecuencias: relaciones entre la media, la mediana y la moda	111
La distribución normal	112
Distribuciones sesgadas	113
Uso de datos de una muestra para estimar la forma de una distribución de puntuaciones en una población	114
Organización de los datos para calcular estadísticos de tendencia central	116
Formato desglosado para calcular los estadísticos de tendencia central	116
Formato de distribución de frecuencias para calcular estadísticos de tendencia central	118
Insensatez y falacias estadísticas: Mezcla de subgrupos en el cálculo de la media	119

5 Medición de la dispersión o variación en una distribución de puntuaciones 125

Introducción	126
El rango	127
Limitaciones del rango: situaciones en las que reportarlo solo puede conducir a errores	129
La desviación estándar	129
Pensamiento proporcional y lineal sobre la desviación estándar	130
Método abreviado para calcular la desviación estándar	135
Limitaciones de la desviación estándar	136
La desviación estándar como parte integral de la estadística inferencial	137
¿Por qué se llama desviación "estándar"?	137
Puntuaciones estandarizadas (puntuaciones Z)	138
La distribución normal	140
Uso del rango para estimar la desviación estándar	143
Una ilustración completa del cálculo de los estadísticos de dispersión	144
Uso de un formato desglosado para calcular la desviación estándar	144
Uso de un formato de distribución de frecuencias para calcular la desviación estándar	145
Presentación tabular de resultados	146
Insensatez y falacias estadísticas: ¿qué indica cuando la desviación estándar es más grande que la media?	147

6 Teoría de la probabilidad y distribución normal de probabilidad 157

- Introducción: el impulso humano para predecir el futuro 158
- ¿Qué es una probabilidad? 160
- Reglas básicas de la teoría de la probabilidad 161
 - Regla de probabilidad 1: las probabilidades siempre oscilan entre 0 y 1 161
 - Regla de probabilidad 2: la regla de adición para eventos alternativos 162
 - Regla de probabilidad 3: ajuste para las ocurrencias conjuntas 162
 - Regla de probabilidad 4: la regla multiplicativa para eventos compuestos 163
 - Regla de probabilidad 5: explicación del reemplazamiento con eventos compuestos 165
- Uso de la curva normal como una distribución de probabilidad 166
 - Pensamiento proporcional respecto de un grupo de casos y casos únicos 166
 - Partición de áreas bajo la curva normal 169
 - Ejemplos de problemas al usar la curva normal 171
 - Valores críticos y regiones críticas bajo la curva normal 181
 - Cálculo de percentiles para poblaciones normalmente distribuidas 182
- La curva normal como una herramienta para el pensamiento proporcional 183
- Probabilidades: donde se intersectan el pensamiento proporcional y el control del error 184
- Insensatez y falacias estadísticas: La falacia del jugador: independencia de eventos de probabilidad 186

7 Uso de la teoría de la probabilidad para producir distribuciones muestrales 193

- Introducción: estimación de parámetros 194
- Estimación puntual 194
- Predicción del error de muestreo 195
- Distribuciones de muestreo 197
- Distribuciones muestrales para variables de intervalo/razón 197
- El error estándar 200
 - La ley de los números grandes 201
 - El teorema del límite central 201
 - La distribución muestral "t de Student" 204
- ¿Qué son los grados de libertad? 208
- Distribuciones muestrales para variables nominales 211
 - Reglas acerca de una distribución muestral de proporciones 214
- Cuenta arroces como una manera de asir la imaginación estadística 215
- Distinción entre poblaciones, muestras y distribuciones muestrales 217
- Insensatez y falacias estadísticas: Tratar una estimación puntual como si fuera una verdad absoluta 217

8 Estimación del parámetro usando intervalos de confianza 225

- Introducción 226
- Intervalo de confianza de una media poblacional 229

Cálculo del error estándar para un intervalo de confianza de una media poblacional	231
Selección de la puntuación crítica de probabilidad, t_{α}	231
Cálculo del término del error	232
Cálculo del intervalo de confianza	233
Los cinco pasos para calcular un intervalo de confianza de una media poblacional, μ_x	234
Resolución de un problema de estimación de un intervalo de confianza de una media poblacional con una muestra	234
Interpretación apropiada de los intervalos de confianza	236
El nivel de confianza escogido y la precisión del intervalo de confianza	238
El tamaño de la muestra y la precisión del intervalo de confianza	239
Intervalo de confianza de una proporción poblacional con una muestra grande	240
Resolución de un problema de estimación de un intervalo de confianza de una proporción poblacional con una muestra	243
Elección del tamaño de la muestra para encuestas, sondeos y estudios de investigación	245
Tamaño de la muestra para un intervalo de confianza de una proporción poblacional	245
Tamaño de la muestra para un intervalo de confianza de una media poblacional	247
Cuándo usar un intervalo de confianza en lugar de una prueba de hipótesis	248
Insensatez y falacias estadísticas: Una lección que aprender al interpretar intervalos de confianza	249

9 Comprobación de hipótesis 254

Introducción: teoría científica y desarrollo de hipótesis comprobables	255
Realización de predicciones empíricas	256
Inferencia estadística	257
La lógica de la comprobación de hipótesis	260
Los seis pasos de la inferencia estadística	263
Lo que logra cada uno de los seis pasos de la inferencia estadística	264
El marco hipotético de la comprobación de hipótesis	269
Entendimiento del lugar de la teoría de probabilidad en la comprobación de hipótesis	270
Énfasis en los valores p	270
El nivel de significancia	273
El nivel de confianza	277
Dirección de la prueba: pruebas de una cola y de dos colas	279
Selección de la prueba estadística a emplear	282
Sugerencias de estudio	284
Acerca de las expresiones: el término convencional de <i>hipótesis nula</i>	286
Insensatez y falacias estadísticas: El sentido común informado: rebasando el sentido común a través de la observación de los datos	287

- 10 Pruebas de hipótesis con muestra única: establecimiento de la representatividad de las muestras 294**
- Introducción 295
 - Prueba de medias con muestra única 297
 - Distinción entre la población objetivo y la población de origen 298
 - La distribución muestral y el estadístico de prueba para una prueba de medias con muestra única 300
 - Los seis pasos de la inferencia estadística para una prueba de medias con una muestra única 303
 - Obtención de un sentido de proporción sobre la dinámica de una prueba de medias 307
 - Regiones críticas bajo una curva de distribución de probabilidades 307
 - Relaciones entre los parámetros hipotetizados, estadísticos muestrales observados, estadísticos de prueba calculados, valores p y niveles alfa 309
 - Uso de las pruebas de hipótesis con muestra única para establecer la representatividad de la muestra 318
 - Valores objetivo para las pruebas de hipótesis sobre la representatividad de una muestra 318
 - Demostración de una prueba de medias con muestra única sobre la representatividad muestral 321
 - Prueba de proporciones con muestra única grande 324
 - Los seis pasos de la inferencia estadística para una prueba de proporciones con muestra única grande 326
 - ¿Qué significa que una muestra no resulte representativa? 330
 - Prueba de proporciones con muestra única pequeña 331
 - Presentación de datos de las pruebas de hipótesis con muestra única 331
 - Insensatez y falacias estadísticas: ¿Una muestra que es matemáticamente representativa, necesariamente es representativa en otros aspectos? 332
- 11 Relaciones bivariadas: prueba t para comparar las medias de dos grupos 340**
- Introducción: análisis bivariado 341
 - Pruebas de diferencia de medias 342
 - Ocurrencias conjuntas de atributos 343
 - Correlación 343
 - Prueba de diferencia de medias (prueba t) para dos grupos con muestras independientes 344
 - El error estándar y la distribución muestral para la prueba t de la diferencia entre dos medias 348
 - Los seis pasos de la inferencia estadística para la prueba de la diferencia de medias para dos grupos 351
 - Cuando las varianzas de la población (o desviaciones estándar) parecen radicalmente diferentes 355
 - La prueba de la diferencia de medias para dos grupos con muestras no independientes o apareadas 357
 - Los seis pasos de la inferencia estadística para la prueba de diferencia de medias para dos grupos con muestras no independientes o apareadas 362

- Significancia práctica contra significancia estadística 364
- Los cuatro aspectos de las relaciones estadísticas 365
 - Existencia de una relación 365
 - Dirección de la relación 366
 - Fuerza de la relación, poder predictivo y reducción proporcional del error 366
 - Naturaleza de la relación 367
 - Cuándo aplicar los diversos aspectos de las relaciones 368
- Aspectos relevantes de las relaciones para las pruebas de diferencia de medias para dos grupos 369
- Insensatez y falacias estadísticas: Fijarse demasiado en las medias mientras se ignoran las diferencias en las varianzas 371
- 12 Análisis de varianza: diferencias entre las medias de tres o más grupos 382**
 - Introducción 383
 - Cálculo de los efectos principales 385
 - El modelo general de efectos aditivos: prueba de la significancia estadística de los efectos principales 386
 - Determinación de la significancia estadística de los efectos principales usando el ANOVA 390
 - El estadístico de prueba de la razón F 397
 - Cómo resulta la razón F cuando las medias grupales no son significativamente diferentes 398
 - La razón F como una distribución muestral 398
 - Aspectos relevantes de una relación para el ANOVA 401
 - Existencia de la relación 401
 - Dirección de la relación 402
 - Fuerza de la relación 402
 - Naturaleza de la relación 404
 - Los seis pasos de la inferencia estadística para el ANOVA de un factor 407
 - Presentación tabular de resultados 411
 - Aplicaciones multivariadas del modelo general de efectos aditivos 412
 - Semejanzas entre la prueba t y la prueba de la razón F 413
 - Insensatez y falacias estadísticas: Individualización de los hallazgos grupales 413
- 13 Variables nominales: las distribuciones de la chi cuadrada y binomial 424**
 - Introducción: el pensamiento proporcional sobre la posición social 425
 - La prueba chi cuadrada: enfoque en las frecuencias de las ocurrencias conjuntas 427
 - Una nota al especialmente inquisitivo 429
 - Cálculo de las frecuencias esperadas 429
 - Diferencias entre las frecuencias observadas y las esperadas 430
 - Grados de libertad para la prueba chi cuadrada 432
 - La distribución muestral de la chi cuadrada y sus regiones críticas 434

Los seis pasos de la inferencia estadística para la prueba chi cuadrada	435
Aspectos relevantes de una relación para la prueba chi cuadrada	438
Uso de la chi cuadrada como una prueba de diferencia de proporciones	439
Prueba de proporciones con muestra única pequeña: la distribución binomial	444
La ecuación de la distribución binomial	445
Fórmula breve para desarrollar la ecuación binomial	447
Los seis pasos de la inferencia estadística para una prueba de proporciones con muestra única pequeña: la prueba de la distribución binomial	450
Presentación tabular de datos	454
Insensatez y falacias estadísticas: Bajo poder estadístico cuando el tamaño de la muestra es pequeño	456

14 Correlación y regresión 657

Parte 1: Conceptos y cálculos	467
Introducción: superación de las mejores estimaciones de una variable dependiente	468
Una correlación entre dos variables de intervalo/razón	469
Identificación de una relación lineal	470
Elaboración del diagrama de dispersión	471
Identificación de un patrón lineal	473
Uso de la ecuación de la regresión lineal para medir los efectos de X en Y	475
Coeficiente de correlación r de Pearson	477
Cálculo mediante una sencilla hoja de cálculo	478
Características del coeficiente de correlación r de Pearson	478
Estadísticos de la regresión	480
El coeficiente de regresión o pendiente, b	481
La intersección del eje Y , a	482
Cálculo de los términos de la fórmula de la línea de regresión	483
Insensatez y falacias estadísticas: El fracaso para observar un diagrama de dispersión antes de calcular la r de Pearson	486
Las ecuaciones lineales sólo funcionan con un patrón lineal en el diagrama de dispersión	486
Coordenadas extremas y la atenuación e inflación de los coeficientes de correlación	488

15 Correlación y regresión 500

Parte 2: Comprobación de hipótesis y aspectos de una relación	500
Introducción: prueba de hipótesis y aspectos de una relación entre dos variables de intervalo/razón	501
Organización de los datos para la prueba de hipótesis	501
Los seis pasos de la inferencia estadística y los cuatro aspectos de una relación	504
Existencia de una relación	504

Dirección de la relación	510
Fuerza de la relación	510
Naturaleza de la relación	515
Interpretación cuidadosa de los estadísticos de correlación y de regresión	516
Las correlaciones aplican a una población, no a un individuo	516
La interpretación cuidadosa de la pendiente, b	518
Distinción de la significancia estadística de la significancia práctica	518
Presentación tabular: tablas de correlación	520
Insensatez y falacias estadísticas: La correlación no siempre indica causalidad	521
Resumen de los seis pasos de la inferencia estadística para probar la relación entre dos variables de intervalo/razón	523
16 Correlación de rangos ordenados entre dos variables ordinales	532
Introducción: coeficiente de correlación de rangos ordenados rho de Spearman	533
Prueba de hipótesis y aspectos de una relación para la rho de Spearman	535
Existencia y dirección de la relación para la rho de Spearman	535
Fuerza de la relación para la rho de Spearman	537
Naturaleza de la relación para la rho de Spearman	537
Los seis pasos de la inferencia estadística para la rho de Spearman	538
Cálculo de la rho de Spearman cuando los rangos están empatados	540
Gamma: relaciones entre variables ordinales con pocos rangos y muchos empates	542
Cálculo e interpretación de gamma	545
Existencia de la relación para gamma	549
Dirección de la relación para gamma	550
Fuerza de la relación para gamma	550
Naturaleza de la relación para gamma	551
Guía resumida para calcular gamma	552
Ejemplo usando los seis pasos de la inferencia estadística para gamma	552
Otros estadísticos de correlación de rangos ordenados	558
Uso de variables ordinales con técnicas de intervalo/razón	559
Robustez estadística	559
Insensatez y falacias estadísticas: Cuando las variables ordinales con muchos rangos en realidad son variables nominales dicotómicas	560
Apéndice A. Repaso de las operaciones matemáticas básicas	570
Apéndice B. Tablas estadísticas de probabilidad	579
Tabla estadística A. Tabla de números aleatorios	579
Tabla estadística B. Tabla de la distribución normal	580
Tabla estadística C. Tabla de la distribución t	582
Tabla estadística D. Valores críticos de la distribución de la razón F al nivel de significancia .05	583
Tabla estadística E. Valores críticos de la distribución de la razón F al nivel de significancia .01	584

Tabla estadística F. Valores q de las pruebas de rango a los niveles de significancia .05 y .01 585

Tabla estadística G. Valores críticos de la distribución de la chi cuadrada 586

Tabla estadística H. Valores críticos del coeficiente de rangos ordenados r_s de Spearman a los niveles de significancia .05 y .01, α 587

Apéndice C. Respuestas a los ejercicios seleccionados de los capítulos 588

Referencias 599

Índice 603