

Análisis de datos

en ciencias sociales y de la salud II

PROYECTO EDITORIAL:
Metodología de las Ciencias del Comportamiento y de la Salud

Directores:
Antonio Pardo Merino
Miguel Ángel Ruiz Díaz



Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con autorización de los titulares de la propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y sigs. Código Penal). El Centro Español de Derechos Reprográficos (www.cedro.org) vela por el respeto de los citados derechos.

Análisis de datos

en ciencias sociales y de la salud II

Antonio Pardo • Rafael San Martín



**EDITORIAL
SINTESIS**

Consulte nuestra página web: www.sintesis.com
En ella encontrará el catálogo completo y comentado

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, íntegra o parcialmente, por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquier otro, sin la autorización previa por escrito de Editorial Síntesis, S. A.

© Antonio Pardo y Rafael San Martín

© EDITORIAL SÍNTESIS, S. A.
Vallehermoso, 34. 28015 Madrid
Teléfono 91 593 20 98
<http://www.sintesis.com>

ISBN:978-84-975670-4-6
Depósito Legal: M. 34.480-2010

Impreso en España - Printed in Spain

Índice de contenidos

Presentación	15
1. La inferencia estadística	
La inferencia estadística	17
El contraste de hipótesis	18
Un ejemplo	20
Qué significa rechazar y no rechazar la hipótesis nula	23
Contrastes bilaterales y unilaterales	26
Errores Tipo I y II, y potencia de un contraste	28
Factores de los que depende la potencia	31
Tamaño del efecto	33
Clasificación de los contrastes de hipótesis	35
Programas informáticos para el análisis de datos	38
Apéndice 1	
Cálculo de la potencia	39
Curva de potencias	40
Ejercicios	43
2. Inferencia con una variable	
Contrastes sobre el centro de una distribución	47
La prueba de Wilcoxon para una muestra	48
La prueba de los signos para una muestra	51
La prueba T , la de Wilcoxon y la de los signos	55
Los contrastes sobre el centro de una distribución con SPSS	56
Contrastes sobre la dispersión de una distribución	59
Contrastes sobre la forma de una distribución	61
La prueba de Kolmogorov-Smirnov sobre bondad de ajuste	61
Los contrastes sobre la forma de una distribución con SPSS	63
Apéndice 2	
La prueba de las rachas	68
La prueba de los cuantiles	70
Ejercicios	71

3. Inferencia con dos variables categóricas

Proporciones independientes y relacionadas	74
Homogeneidad marginal y simetría	77
Simetría con variables dicotómicas: la prueba de McNemar	77
Simetría con variables politómicas: la prueba de Bowker	81
Homogeneidad marginal y simetría con SPSS	82
Índices de riesgo	86
Riesgo relativo	87
<i>Odds ratio</i>	89
Relación entre el riesgo relativo y la <i>odds ratio</i>	92
Consideraciones sobre la interpretación de los índices de riesgo	93
Los índices de riesgo con SPSS	95
Índices de acuerdo	97
Acuerdo con variables nominales: <i>kappa</i>	98
El índice de acuerdo <i>kappa</i> con SPSS	102
Asociación entre variables categóricas ordinales	104
Medidas de concordancia-discordancia	105
Medidas de concordancia-discordancia con SPSS	108
Apéndice 3	
Simetría relativa	110
Combinación de tablas 2×2 (Cochran y Mantel-Haenszel)	111
La paradoja de Simpson	114
Medidas de asociación basadas en la reducción proporcional del error	115
Muestras pequeñas: la prueba exacta de Fisher	119
Concordancias y discordancias en una tabla de contingencias	120
Cómo reproducir una tabla de contingencias en SPSS	122
Ejercicios	123

4. Inferencia con una variable categórica y una cuantitativa

La prueba <i>T</i> de Student para muestras independientes	130
La prueba de Mann-Whitney	132
La prueba de Mann-Whitney con SPSS	136
La prueba de Kruskal-Wallis	138
La prueba de Kruskal-Wallis con SPSS	141
Medidas del tamaño del efecto	143
El caso de dos grupos	143
El caso de más de dos grupos	148
Medidas del tamaño del efecto con SPSS	148
Cálculo de la potencia y del tamaño muestral	149
Contrastes de equivalencia y no-inferioridad	150
Métodos para demostrar equivalencia	151
Doble contraste unilateral de Schuirmann	151
Intervalo de confianza de Westlake	152
Métodos para demostrar no-inferioridad	154
Limitaciones de los contrastes de equivalencia y no-inferioridad	155

Apéndice 4	
La prueba de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras independientes	156
La prueba de las rachas de Wald-Wolfowitz	157
La prueba de reacciones extremas de Moses	158
Ejercicios	159

5. Inferencia con dos variables cuantitativas

La prueba <i>T</i> de Student para muestras relacionadas	162
La prueba de Wilcoxon para dos muestras	164
La prueba de Wilcoxon para dos muestras con SPSS	166
La prueba de los signos para dos muestras	169
La prueba de los signos para dos muestras con SPSS	170
El coeficiente de correlación de Pearson	171
El coeficiente de correlación de Spearman	174
El coeficiente de correlación de Spearman con SPSS	177
Medidas del tamaño del efecto	178
Cálculo de la potencia y del tamaño muestral	179
Apéndice 5	
Correlaciones parciales	180
Ejercicios	182

6. Análisis de varianza (I). Un factor completamente aleatorizado

Modelos de análisis de varianza	186
Número de factores	186
Tipo de asignación de las unidades de análisis a las condiciones del estudio	186
Forma de establecer los niveles del factor	188
Clasificación de los modelos de análisis de varianza	189
La lógica del análisis de varianza	189
ANOVA de un factor completamente aleatorizado (A-CA)	192
Supuestos del ANOVA de un factor	196
Independencia	196
Normalidad	197
Igualdad de varianzas (homocedasticidad)	197
Transformación de las puntuaciones	198
Efectos fijos y aleatorios	200
Medidas del tamaño del efecto	200
Cálculo de la potencia y del tamaño muestral	204
Comparaciones múltiples entre medias	206
Comparaciones lineales	206
Tasa de error en las comparaciones múltiples	209
Comparaciones planeadas o <i>a priori</i>	211
Prueba de Dunn-Bonferroni	211
Comparaciones de tendencia	215
Prueba de Dunnett	218

Comparaciones <i>post hoc</i> o <i>a posteriori</i>	219
Prueba de Tukey	220
Prueba de Scheffé	222
Comparaciones múltiples: qué procedimiento elegir	224
ANOVA de un factor con SPSS	225
Supuestos	226
Hipótesis de igualdad de medias	228
Tamaño del efecto y potencia observada	229
Comparaciones <i>post hoc</i>	230
Comparaciones planeadas y de tendencia	232
Apéndice 6	
Distribución muestral del estadístico F	234
Tabla de la Distribución F	236
La distribución F con SPSS	237
Estadísticos F robustos: Welch y Brown-Forsythe	237
Comparaciones <i>post hoc</i> : procedimientos alternativos	238
Métodos secuenciales	238
Efectos aleatorios	240
Ejercicios	242

7. Análisis de varianza (II). Dos factores completamente aleatorizados

Estructura de los datos y notación	248
La interacción entre factores	250
ANOVA de dos factores completamente aleatorizados (AB-CA)	253
Supuestos del ANOVA de dos factores	260
Efectos fijos y aleatorios	260
Medidas del tamaño del efecto	261
Cálculo de la potencia y del tamaño muestral	263
Comparaciones múltiples	264
Efectos principales	265
Efectos simples	267
Efecto de la interacción	270
ANOVA de dos factores completamente aleatorizados con SPSS	274
Hipótesis globales (efecto de A , de B y de AB)	274
Tamaño del efecto y potencia observada	276
Comparaciones <i>post hoc</i> : efectos principales	277
Comparaciones múltiples: efectos simples	278
Comparaciones múltiples: efecto de la interacción	280
Apéndice 7	
Casillas con tamaños muestrales distintos	282
Más sobre los efectos simples y el efecto de la interacción	284
La sentencia <i>LMATRIX</i>	285
Modelos jerárquicos o anidados	291
Ejercicios	291

8. Análisis de varianza (III). Un factor con medidas repetidas

Características de los diseños con medidas repetidas	295
ANOVA de un factor con medidas repetidas (A-MR)	298
Supuestos del modelo	303
Alternativas al estadístico F	304
Estadístico F con los grados de libertad modificados	304
Aproximación multivariada	304
Qué solución elegir	305
Medidas del tamaño del efecto	306
Cálculo de la potencia y del tamaño muestral	307
Comparaciones múltiples	308
ANOVA de un factor con medidas repetidas (A-MR) con SPSS	308
Esfericidad	310
Igualdad de medias	310
Tamaño del efecto y potencia observada	312
Comparaciones planeadas	312
Comparaciones <i>post hoc</i>	313
La prueba de Friedman	315
Apéndice 8	
Cómo estimar épsilon (ϵ)	318
Prueba de Cochran	319
Coeficiente de concordancia W de Kendall	321
Prueba de no-aditividad de Tukey	323
Ejercicios	325

9. Análisis de varianza (IV). Dos factores con medidas repetidas

ANOVA de dos factores con medidas repetidas en ambos (AB-MR)	329
Supuestos del modelo	333
Medidas del tamaño del efecto	333
Cálculo de la potencia y del tamaño muestral	334
Comparaciones múltiples	334
ANOVA de dos factores con medidas repetidas en ambos (AB-MR) con SPSS	335
Esfericidad	338
Hipótesis globales (efecto de A , de B y de AB)	339
Tamaño del efecto y potencia observada	341
Comparaciones <i>post hoc</i> : efectos principales	341
Comparaciones múltiples: efectos simples	342
Comparaciones múltiples: efecto de la interacción	343
ANOVA de dos factores con medidas repetidas en uno (AB-CA-MR)	346
Supuestos del modelo	349
Medidas del tamaño del efecto	350
Cálculo de la potencia y del tamaño muestral	351
Comparaciones múltiples	351

ANOVA de dos factores con medidas repetidas en uno (AB-CA-MR) con SPSS . . .	351
Esfericidad multi-muestra e igualdad de varianzas	356
Hipótesis globales (efecto de A , de B y de AB)	357
Comparaciones <i>post hoc</i> : efectos principales	358
Comparaciones múltiples: efectos simples	359
Comparaciones múltiples: efecto de la interacción	360
Apéndice 9	
La sentencia <i>MMATRIX</i>	362
Análisis de los efectos simples	363
Comparaciones entre los niveles de un mismo efecto simple	364
Análisis del efecto de la interacción	365
Ejercicios	368

10. Análisis de regresión lineal

Regresión lineal simple	372
Diagramas de dispersión	373
La recta de regresión	375
Mínimos cuadrados	376
Coeficientes de regresión	376
Coeficientes de regresión tipificados	378
Bondad de ajuste	379
Significación de los coeficientes de regresión	382
Intervalos de confianza	383
Cómo efectuar pronósticos	384
Regresión lineal múltiple	385
La ecuación de regresión	386
Coeficientes de regresión	387
Coeficientes de regresión tipificados	387
Bondad de ajuste	388
Significación de los coeficientes de regresión	390
Importancia relativa de las variables	392
Variables independientes categóricas	394
Regresión jerárquica o por pasos	396
Criterios para seleccionar variables	397
Métodos para seleccionar variables	397
Supuestos del modelo de regresión lineal	399
Linealidad	399
No colinealidad	401
Independencia	403
Normalidad	404
Homocedasticidad	405
Casos atípicos e influyentes	406
Casos atípicos	406
Casos atípicos en Y	407
Casos atípicos en X_j	

Casos influyentes	408
Cambio en los coeficientes de regresión	410
Cambio en los pronósticos	411
Cambio en los residuos	411
Qué hacer con los casos atípicos e influyentes	411
Regresión lineal con SPSS	412
Regresión múltiple	412
Bondad de ajuste	413
Ecuación de regresión	414
Significación de los coeficientes de regresión	414
Pronósticos	415
Importancia relativa de las variables	415
Chequeo de los supuestos	416
Casos atípicos e influyentes	420
Regresión jerárquica o por pasos	421
Regresión jerárquica o por pasos con variables categóricas	424
Comentarios finales	424
Validez de una ecuación de regresión	424
Consideraciones sobre el tamaño muestral	425
Apéndice 10	
Regresión curvilínea	426
Ejercicios	429
Apéndice final. Tablas estadísticas	433
Glosario de símbolos	463
Referencias	467
Índice de materias	481